

kultura obrazovanje

Žan-Mari Domenak
EVROPA: KULTURNI IZAZOV

Svetomir Bojanin
ŠKOLA KAO BOLEST (drugo, dopunjeno izdanje)

Andre Leroa-Guran
RELIGIJE PRETHISTORIJE (drugo, dopunjeno izdanje)

Zbornik
SMRT, NASILJE I SEKSUALNOST

Alen Finkelkrot
PORAZ MIŠLJENJA

Dobrila Bratić
GLUVO DOBA

Meri Daglas
ČISTO I OPASNO

Ivan Čolović
BORDEL RATNIKA

Zoran Živković
OGLEDI O NAUČNOJ FANTASTICI

Ranko Bugarski
JEZIK OD MIRA DO RATA

Milka Ivić
LINGVISTIČKI OGLEDI (drugo izdanje)

Milka Ivić
O ZELENOM KONJU (Novi lingvistički ogledi)

Luj-Žan Kalve
RAT MEĐU JEZICIMA

Žorž Munen
ISTORIJA LINGVISTIKE

XX VEK

andre burginjon

prirodna istorija čoveka



87 ANDRE BURGINJON prirodna istorija čoveka

BIBLIOTEKA
XX VEK

87

Urednik
Ivan Čolović

Andre Burginjon

PRIRODNA ISTORIJA ČOVEKA

Nepredviđeni čovek

Prevela s francuskog
Nada Šerban

BEOGRAD
1996

Naslov originala
André Bourguignon: *Histoire naturelle de l'homme*
I - L'homme imprévu

Francuski psihijatar i antropolog Andre Burginjon (1920-1996) istakao se radovima iz oblasti biološke i psihoanalitičke antropologije. Bio je član francuskog Biološkog društva (Société de Biologie) i Psihoanalitičkog udruženja Francuske (Association psychoanalitique de France). Dugo godina bio je predsednik Nacionalne komisije za mentalne bolesti. Pored *Prirodne istorije čoveka*, čiji je drugi tom *Ludi čovek* (*L'homme fou*) objavljen 1994. godine, među Burginjonovim radovima treba posebno pomenuti *Hemijska istraživanja u psihijatriji* (*La recherche chimique en psychiatrie*, 1982).

Pomoć za prevod ove knjige dalo je
Ministarstvo kulture Francuske

Korice
Ivan Mesner

Recenzenti
Prof. dr Nikola Tucić
Prof. dr Miloš Kalezić

VERITAS FILIA TEMPORIS

Uvod

Inteligentno biće, koje bližnjima prenosi svoju misao pomoću reči..., biće na neki način neshvatljivo..., koje će uspeti da spozna sebe tek kada bolje upozna samu prirodu.

Lamark[1]

Gogen je 1897. godine na Tahitiju naslikao svoju najveću sliku, najlepšu, najmisterozniju, i na njoj je, umesto naslova, ispisao tri ubojita pitanja:

"Odakle dolazimo?
Ko smo?
Kuda idemo?"

na koja je pružio svoj sopstveni estetski i filozofski odgovor. Nauka njegovog vremena je ostala nema. Uostalom, da li je pre tri ili četiri milijarde godina sveznajući posmatrač, pristigao sa neke daleke planete, mogao predvideti i predskazati rođenje i sudbinu čoveka na zemlji? Stečena znanja nam danas omogućavaju da retrospektivno dosta verodostojno, ali neizbežno provizorno, rekonstruišemo istoriju — koju je savremena fizika ograničila na 15 mili-

[1] Članak "Čovek", 1817.

jardi godina — čiji je najsloženiji i poslednji proizvod, čini se, naša refleksivna svest.

U *Nepredviđenom čoveku* čitalac će naći priličan broj podataka, prikupljenih ne s namerom da se napravi enciklopedija, nego sa ciljem da se pokaže kako je na neprekinutoj liniji nepovratnog vremena, na kojoj se ističu tačke nekoliko glavnih grananja i neke promene u organizovanju materije, jedini pravi prekid predstavljala pojava bića koje misli i govori, koje, bar virtuelno, postoji već milijardama godina i čija bi budućnost — pre nego prošlost — trebalo da nas zabrinjava. Moj drugi cilj bio je da osvetlim četiri stava koja zvanični darvinizam nije uzeo u obzir. Ova knjiga je, dakle, više od priče, ona je odbrana i ilustracija teza koje su spontano proizašle iz celokupnog znanja, ali pre nego što budu komentarisane, ukratko ću ih izložiti:

— evolucija materije, promena njene organizacije, obično nam prikriva činjenicu da je u svakoj etapi promene ono što se menja kvantitativno manje u odnosu na ono što ostaje nepromenjeno;
— evolucija, koja je daleko od anarhične, premda nepredvidiva, uvek se odvija u jednom istom pravcu, koji se prepoznaje tek retrospektivno, u pravcu rastuće složenosti;
— svaki materijalni entitet, individualan ili kolektivan, poseduje sebi svojstvenu dužinu života; rađa se, živi i umire;
— jedino je savremeni čovek, star oko sto miliona godina, ukorenjen u fizičko-hemijske i biološke nivoe materije, do sada izbegao evoluciji čiji vrhunac bez sumnje predstavlja; za uzvrat, zahvaljujući govoru — najradikalnijoj novini u protekle četiri milijarde godina — na

planu duha postao je pokretačka snaga sopstvene evolucije.

Mi smo u tolikoj meri opsednuti slučajnim događajima, promenom i raznovrsnošću, da zaboravljamo jedinstvo sveta i sve što, u nama i izvan nas, svedoči o relativnoj stalnosti. Isti atomi naseljavaju svemir; isti genetički kôd osigurava reprodukciju živog; ista sekvenca DNK — nazvana homeoboks već 600 miliona godina kod svih segmentisanih životinja, od prstenastih glista do čoveka, reguliše segmentisanost organizma; isti zakoni kod višećelijskih organizama upravljaju provođenjem i prenošenjem nervnog impulsa, itd. Ova prevaga stabilnosti delom se zasniva na asimetričnosti evolucije. U vreme jednog račvanja, naime, bića koja prelaze na viši organizacioni nivo manje su brojna od onih koja ostaju na istom nivou organizacije, a kako je evolucija nepovratna, stečena novina biva učvršćena. Najveća asimetrija koja postoji u svemiru jeste ona između fotona (kvanta energije) i nukleona (protona i neutrona): prvi su milijardu puta brojniji od drugih. Isti je slučaj sa bogatstvom hemijskih elemenata: 76,5% vodonika, 21,5% helijuma i samo 2% svih ostalih elemenata. Među živim bićima — koja su sačuvala samo levogire amino-kiseline — broj jednoćelijskih bespolnih organizama se ne da uporediti sa brojem višećelijskih polnih organizama. Tako, paradoksalno, prekidi asimetrije koji označavaju evoluciju materije nerazdvojivi su od njenog jedinstva i stabilnosti njenih "formi". Tokom tih sukcesivnih asimetričnih račvanja, istovremeno sa smanjenjem veličine populacija koje su se usložnjavale, smanjivala se amplituda organizacionih promena, kao što pokazuje poređenje između različitih taksonomskih nivoa, međusobno poređenje razdela, klasa u okviru istog razdela, re-

dova u okviru iste klase i tako redom. Time se postavlja pitanje zaustavljanja morfogeneze. Ali, sa čovekom, tom čudnom životinjom, evolucija je napravila skok kada se, po cenu minimalnih bioloških promena i posle rođenja refleksivnog mišljenja, pojavio govor, naš, sa svojom dvostrukom artikulacijom; evolucija je napravila skok u sasvim novom pravcu, ne više u pravcu strukturne novine, nego u pravcu obogaćenja duha.

Zaslepljujuća je izvesnost da je evolucija usmerena. Orijentisana je ka uvek složenijim organizacijama, ka uvek samostalnijim entitetima, sve "zatvorenijim i zatvorenijim". Na jednom kraju lanca nalazi se jedan jedini element, najjednostavniji, atom vodonika (1 proton + 1 elektron); na drugom kraju je najsloženije biće, jedini današnji predstavnik jedne familije (*Hominidae*), jednog roda (*Homo*) i jedne vrste (*Homo sapiens*). A između te dve krajnosti, tokom čitave evolucije, u svakoj velikoj etapi, fluktuirale su nove forme, površno se menjale, ali na jednom istom nivou organizacije ta diverzifikacija bila je u izvesnim granicama kontinuirana, i to ne isključivo delovanjem prirodne selekcije. Živa materija evoluira pod dvostrukom prinudom: pod prinudom zakona koji uređuju unutrašnju koherentnost organizma, i pod prinudom njihovih međudejstava sa okolinom. Kako se organizacija usložnjava, unutrašnje prinude idu ispred spoljašnjih. Progresivno zatvaranje živih sistema u same sebe, o čemu svedoči kako razvoj njihovog imunog i nervnog sistema tako i njihova rastuća samostalnost u pogledu sredine koju sami definišu, čini da ponašanja svojstvena jedinki stalno igraju sve veću ulogu. Nervni sistem čoveka, na primer, u toj meri je zatvoren da u odnos sa spoljašnjom sredinom stupa samo sa 0,02% svojih neurona, dok je ostatak na-

menjen čuvanju i obradi informacije; to mu pruža začuđujuću moć stvaranja. Ako priznavanje procesa samoorganizovanja obnavlja naše koncepcije, zatvaranje bića u same sebe vodi ka razmišljanju o njihovoj unutrašnjoj organizaciji i njihovim odnosima sa spoljašnjom sredinom, o prirodi sebe i ne–sebe. Samoorganizacija i zatvaranje kod čoveka prouzrokovali su pravu samoevoluciju. Ako učvršćivanje unutrašnje koherencije bolje štiti od rizika dezorganizovanja, složenost, posebno nervnog sistema i genetičkog nasleđa, praćena je rizikom nepostojanosti.

Treća ideja, ideja životnog ciklusa, koju su navodili još stari autori a potom je odbacio neodarvinizam, rukovodila je mojim razmišljanjem. Poput elementarnih čestica u fizici, vrste nisu, naime, večne. One se rađaju, žive koliko im je svojstveno i umiru. Nova vrsta nastaje iz male osnivačke populacije, zatim poznaje progresivno širenje i diverzifikaciju sve do neke ravnotežne tačke, potom se gasi sama od sebe, ili pod dejstvom nekog katastrofičnog događaja. Procenjuje se da je, od kada se pojavio život, 99,9% vrsta nestalo. Čak je kod životinja, posebno geparda, bilo moguće otkriti faktore progresivnog gašenja, ekstinkcije, ili čak na računaru simulirati modele gašenja koji se dosta dobro slažu sa podacima do kojih se došlo posmatranjem. Postoje dva moguća načina gašenja jedne vrste: bilo njenom transformacijom u neku drugu vrstu bilo njenim potpunim gašenjem bez nastavljanja. Da li se takva istraživanja odnose na nas? Ne postavlja li se problem čovekove smrti u pravom značenju tog pojma? Naučno istraživanje, najzad, jedino ima smisla ako se okreće čoveku, bilo da je reč o njegovoj želji da pojmi svemir bilo da upozna samog sebe, da poboljša svoj položaj ili da pripremi svoju budućnost.

Jedini cilj prvog dela knjige jeste da smesti čoveka u kosmički prostor-vreme i u vreme nastanka materije, dok drugi deo knjige teži da, s jedne strane, pokaže po čemu je naša vrsta u kontinuitetu sa vrstama koje su joj prethodile, a sa druge, kako su male strukturne i funkcijske varijacije dovele do posledica kao što je prekid kontinuiteta evolucije, budući da je čovek, u dobru i u zlu, postao odgovoran za svoju sopstvenu evoluciju.

Kontinuitet između čoveka i životinje izražava se na biohemijskom i anatomsko-fiziološkom nivou (usporavanje razvića, prevremeno sazrevanje, nizak nivo reprodukcije, povećanje zapremine lobanje, bipedija), ali takođe i na sociološkom nivou, što predstavlja činjenicu koja u većoj meri iznenađuje. Tako su biseksualnost i dvofazno ustanovljenje seksualnosti — elementi frojdističke teorije — već prisutni kod životinje. Čak je i biologija priznala da se uticaj polnog hormona ne ograničava na genitalnu sferu, nego da se, sve do mozga, širi i na psihičko, kao što je Frojd (Freud) tvrdio. Sada je čak dozvoljeno tvrditi kako zabrana incesta — ta, prema Levi Strosu (Lévi–Strauss), "strašna tajna", jer ona je istovremeno kulturološka i univerzalna — vodi poreklo od životinjskog sveta. Premda kod životinje nema "zabrane" u pravom smislu reči, bar postoji "izbegavanje" incesta koje nijedan etolog ne poriče — i to ne samo kod sisara. Ovo je neosporno slučaj ukorenjivanja kulturološkog u biologiju, čije sam objašnjenje nastojao da pružim. Isto tako, niko nije mogao očekivati da u socijalnoj organizaciji nomada-lovaca-sakupljača otkrije više od jedne zajedničke tačke sa socijalnom organizacijom šimpanza, nama najbliže bočne grane, niti da pomisli kako proučavanje porodične organizacije majmuna može imati nekog značaja i za nas. Ono, naime, po-

tvrđuje: ili vezu između mužjaka i ženke ili poreklo po majci, ali nikada oboje zajedno, dok se ljudska porodica zasniva na ujedinjenju i jednog i drugog, a ovim dvema sponama pridodaje očinstvo i ustanovljenje linije srodstva i porekla jedinke. Ovde su, još jednom, zaustavljanje misli nad samom sobom i govor promenili tok evolucije.

Ovim obavljen raskid između biologije i kulture od tada je mogao samo da se pogorša. Od trenutka kada je mogao da uskladišti izvore ishrane, zašto bi čovek beskrajno lutao u potrazi za hranom; time se nametnulo sedelaštvo, sedentarnost. Sa ovim dvema tekovinama kultura je, međutim, veoma naglašeno krenula suprotnim tokom. Doista, religiozni, estetski i tehnički običaji, sve uspešnije kreacije ljudske revolucije, mogli su da nastanu i da se razvijaju, otvaralo se neograničeno polje imaginaciji; ali, istovremeno, briga da se prikupe bogatstva i da se osigura sopstvena dominacija nad najslabijima išla je ispred trenutnog i tihog zadovoljenja elementarnih potreba. Pod uticajem ljudi, nova potpora kulture — sedelaštvo i pravljenje zaliha — odmah je imala najzlokobnije posledice. Čovek je mimo svoje volje sebi nametnuo ono što nijedna životinjska vrsta nikada nije trpela. Zaista, nijedna vrsta se sa toliko strasti ne predaje ostvarenju sopstvene nesreće, uništavanju bića i predmeta; niko sa toliko tvrdoglavosti ne praktikuje unutarspecijsko, individualno i kolektivno nasilje i ubistvo; niko sa toliko nekoherentnosti, nebrige, čak okrutnosti ne postupa sa svojim mladuncima; niko tako nemilosrdno ne podjarmljuje ženke. Ima hiljadu razloga zbog kojih je čovek tako postao "luda" životinja. Da li će uspeti da ublaži efekte svog ludila ukoliko samog sebe ne upozna? Pod pretpostavkom da u tome uspe, malo je verovatno da će izbeći zakonima biologije, koji iziskuju

da se vrste gase, i to tim brže što je njihova genetička i nervna organizacija složenija.

Eto šta smo verovali da čitamo u činjenicama i u toj dugoj istoriji koja počinje vodonikom, a na zemlji se možda završava čovekom. Posmatranje, opis uvek su u skladu sa teorijskim pozicijama i principima autora; važno je, dakle, da ih iskaže sasvim jasno.

Opšte je prihvaćeno da naučna spoznaja počiva na nekoliko principa:

— Jedan uzrok ili više njih *determinišu* svaki fenomen. Nikada niko nije uočio fenomen koji nema uzroka;
— Fundamentalni zakoni i konstante su, u poznatim granicama materije–prostora–vremena, vanvremeni i univerzalni. U skladu s tim kako se uspostavljaju najviši, najsloženiji nivoi organizacije (atomi, molekuli, ćelije, organi, organizmi, itd.), pojavljuju se nepredviđene osobine — kojima upravljaju novi zakoni — nužno koherentni zakonima koji su im prethodili;
— Svi materijalni entiteti, i u okviru njih njihovi sastavni delovi, u neprekidnoj su interakciji, i mogu se menjati u skladu sa specifičnim modalitetima. Svi odnosi i međudejstva su takođe *determinisani*;
— Biologija ima svoje sopstvene zakone koji ne protivreče zakonima fizike i hemije; pri svemu tome, zakoni fizike i hemije nisu dovoljni da objasne ponašanje i nastanak živih bića, jer osobine celine nisu jednake zbiru osobina delova, što ne znači da treba pribeći "životnom principu" da bismo ih objasnili;
— Budući da se razvoj nauke ne može predskazati, niko nema pravo da postavi granicu saznanja.

Kreacionizam i vitalizam su u oblasti evolucije žive materije odavno osuđeni. Ostaju, međutim, tri problema o

kojima treba raspravljati: problem odgovornih uloga slučaja i determinizma; problem koje se odnosi na značaj interakcija sa okolinom i ponašanja svojstvenih jedinki; problem uslova koji održavaju pravac evolucije.

Da li rasprava o slučaju i determinizmu ostaje prava rasprava[2] ukoliko se uspostavi dogovor o smislu ovih reči? Pozivajući se na aristotelovsko učenje o uzroku-supstancijama, Kurno (Cournot) izjavljuje da "reč slučajnost ne označava supstancijalni uzrok, nego ideju". Uprkos ovoj tvrdnji, često se održava razlika između subjektivne slučajnosti i objektivne slučajnosti. Subjektivna slučajnost je izraz nastao "iz neznanja", što dovodi do priznavanja skrivenog determinizma. Što se tiče objektivne slučajnosti, Kurno je definiše kao "spoj ili susret fenomena koji pripadaju nezavisnim serijama u poretku kauzaliteta", ali nisu *li oni sami kauzalno determinisani? U svim ovim slučaje*vima reč je, dakle, o kauzalnoj slučajnosti. Kako, s druge strane, ne možemo istovremeno i sa tačnošću spoznati početne uslove bioloških fenomena, stepen složenosti struktura, funkcija i interakcija organizma, niti stepen njihove varijabilnosti, nemamo nikakvog razloga za tvrdnju da esencijalna slučajnost leži u osnovi evolucije. "Ili je nauka koja ih je rasturila zaista savladala neizvesno, nesigurno, ili pak oni čuvaju svoju nesalomivu postojanost, i u tom slučaju nijedna teorija u njih ne prodire[3]." Ako su svi fenomeni determinisani, više nema mesta očuvanju dvojnosti slučajnost–determinisanost. Otuda potiče ova Tomova

[2] Videti u časopisu *Le Débat* (br. 6, 14 i 15) kontroverzu koju je pokrenuo Tomov članak: “Hale au hasard, silence au bruit”, 1980, br. 3.

[3] Largeault, 1981, str. 104.

(Thom) tvrdnja: "Slučajnost predstavlja negativan koncept, koji u nauci nije značajan."

Zaista, danas pitanje treba postaviti drugim rečima: da li je evolucija jednog sistema predvidiva, da li se može proreći ili ne? Postoji težnja da se razlika između slučajnosti i determinizma zameni razlikom između predvidivog i nepredvidivog ponašanja determinisanih dinamičkih sistema. Prema klasičnom gledištu, deterministički su oni sistemi čija je putanja precizno definisana (kretanje planeta, kretanje kugle pri slobodnom padu, itd.), što će reći, mehanički sistemi čija se konfiguracija u datom trenutku može opisati malim brojem promenljivih. Probabilističkim su smatrani sistemi čija se nepredvidiva, slučajna evolucija može izraziti samo pojmovima verovatnoće. Ne suprotstavlja se, dakle, samo slučajno determinisanom, budući da je statističko oruđe tu samo da bi se ublažila nesigurnost ponašanja, jer su "zakoni slučajnosti" samo svojstva opšteg determinizma, nego su naročito matematičari i fizičari pokazali da determinizam ne sadrži predvidivost, da determinisani sistemi mogu, različitim putevima, evoluirati na nepredvidiv način, da nepredvidivost može biti izračunata. Da bi se označilo stanje ka kome evoluiraju sistemi, prirodni ili veštački, okarakterisani "osetljivošću na početne uslove", nastali su iznenađujući izrazi poput "haotičnog reda"[4], "determinisanog haosa". Dva dinamička sistema čiji su početni uslovi onoliko bliski koliko je to moguće, ali nisu istovetni, imaju, drugim rečima, nepredvidive putanje koje se jedna od druge neumitno udaljavaju, jer početna mikroskopska razlika može brzo postati makroskopskom, mali uzroci mogu imati velike posledice.

[4] Dubois i sarad., 1987.

Suprotno, veštački sistem čiji su početni uslovi utvrđeni po principu slučajnosti, bacanjem kocke, može evoluirati ka uređenoj strukturi, stalnoj i/ili periodičnoj. Iza struktura koje imaju neuređen izgled može se, isto tako, ukazati skriveni red.

Prema izvornom neodarvinizmu, evolucija je nepredvidiva zato što svaka varijacija ili svaka promena organizacije živog počiva na genskim mutacijama koje su izazvali slučajni (spoljašnji ili unutrašnji) "događaji", između kojih se vrši prirodna selekcija. Ovakvo gledište podrazumeva neizvesnost evolucije i pasivnost organizama koji više trpe nego što reaguju. Kako su sva živa bića zahvaćena neprekidnim tokom veoma različitih i nepredviđenih događaja, njihove varijacije ili njihova evolucija prestaju da budu neizvesne, drugim rečima delimično nužne, i čim ne mogu da se bez promene svog oblika ili promene evolucije prilagode, postaju apsolutno nužne. Tako se događa samo ono što se *mora* dogoditi. S druge strane, odgovor organizma na događaj neće mu biti nametnut. Doista, u slučaju jednog složenog živog sistema, stabilnog u celini a nestabilnog lokalno, sve zavisi od njegovog trenutnog stanja i različitih mogućnosti odgovora vezanih za njegovu strukturu, funkcije i osobine, za njegovu istoriju. Događaj ne stvara ni varijaciju ni promenu; on je za sistem samo prilika da se ostvari ova ili ona od mogućnosti sistema. Po prirodi nepredvidiva, transformacija time ne otkriva u manjoj meri zakone biologije; jedan od najvažnijih je onaj koji kaže da što se biće više usložnjava, u većoj meri se potvrđuje u sopstvenim ponašanjima, što je neodarvinizam, u svojoj sadašnjoj formi, bio naveden da prihvati. Ako se tome doda da ne postoji nikakva korelacija između mutacija gena i morfoloških promena, drugim rečima

da su mutacije "neutralne", prisiljeni smo da konstatujemo kako mehanizam evolucije ostaje jedan od najnerazumljivijih. Ne računajući to da će nam sva bića koja su živela na našoj planeti već milijardama godina, i svi predeli kroz koje su prošla, i svi događaji sa kojima su se suočila zauvek ostati nepoznati.

Izgleda, naprotiv, lakše shvatiti zašto evolucija, umesto da prati neuređen razvoj, teče u izvesnom pravcu, duž ose oko koje je, na svakoj evolutivnoj platformi, svaki tip organizacije manje ili više fluktuirao, varirao, da bi na kraju doveo do jedne jedine vrste, naše, učvršćene u jedan jedini "oblik". Iako se evolucija oslanja na diverzifikaciju oblika u okviru istog organizacionog nivoa, ona je, pri svemu tome, nadilazi u onoj meri u kojoj su joj svojstveni prelasci na nivoe uvek sve veće složenosti. Kako je nepovratna, sudbina vrsta, dakle, može biti samo: bilo preživeti ne menjajući se ili se menjati diverzifikacijom, bilo preživeti ali transformišući se u jednu složeniju vrstu, bilo konačno se ugasiti. Budući da uslov za preživljavanje predstavlja održavanje koherentnosti — ili sinergije — u okviru sistema, i između sistema i sredine, složenost se, jednom rečju, može samo umnožiti ili ostati konstantnom. Potreba ove dvostruke koherentnosti jeste ono što kontroliše i ograničava diverzifikaciju jedne vrste. Ali, zašto evolucija ne pokazuje nagla i značajna skretanja u odnosu na svoju osu, kako ona održava svoj pravac? Ovde treba pribeći pojmu "forme", ne u konkretnom smislu "obličja" svojstvenog ovoj ili onoj vrsti u okviru jednog roda, nego u apstraktnom smislu globalne konfiguracije materije obdarene strukturama i funkcijama koje su podređene zakonima. Tako, jednoćelijski organizmi bez jedra (prokarioti), na primer, pokazuju različita obličja, ali jednu istu formu, ko-

ja se sa pojavom jedra unutar ćelije (eukarioti) izmenila. Međutim, jednom stečena, prokariotska forma se sačuvala; ukoliko se ona kod nekih jednoćelijskih organizama dalje transformisala u eukariotsku formu, sekundarna forma je nezaobilazno bila u kontinuitetu sa primarnom, kao da ju je ona "privlačila". Da bi postojala promena, a ne dezorganizacija, potrebno je da neke forme ostanu stabilne, dok se druge preuređuju u smislu složenosti. Na taj način evolucija ostvaruje koherentno i orijentisano umetanje sukcesivnih formi promenjenim obličjima. I u sukobu koji predstavlja sedište svake dinamike, da bi jedan živi sistem sledio evoluciju, potrebno je da konzervativna privlačna sila nadjača onu koja vodi ka destruktivnoj divergenciji.

Svaka koncepcija koja u evoluciju uvodi red i nepromenljivost izgleda teško pomirljiva sa neodarvinističkom ortodoksijom. Stara Lamarkova (Lamarck) hipoteza i hipoteza samog Darvina (Darwin), prema kojoj je poreklo varijacija i promena neodvojivo od osobina živih bića, izgleda potvrđena, ali može biti preformulisana ukoliko se kaže da evolucija predstavlja izraz samoorganizujućih moći materije i osobina sistema čija se složenost samo može uvećati.

Pred onog koji, sa ove ili one strane živog, posmatra svet u njegovoj beskrajnoj raznolikosti, iskrsava neki skriveni red, izvesno jedinstvo, manje u očima biologa sklonijeg specijalizaciji nego u očima matematičara ili fizičara koji je skloniji uopštavanju i objašnjavanju, kadriji da obuhvati mnogostruka polja saznanja. Uostalom, otpočela je jedna konceptualna revolucija koju nije moguće do tančina izložiti, ali o kojoj želim da svedočim pozivajući se, ukratko, na Tomovu (1972) "teoriju" katastrofa, fraktalnu geometriju prirode koju je razvio Mandelbrot (1975), Ri-

jelova (Ruelle) i Tejkensova (Takens) čudna privlačenja, itd. Nije li ohrabrujuće to što nauka, pošto je daleko uznapre-dovala u analizi prirodnih bića, ponovo nalazi jedinstvo lokalnog i globalnog, otkriva skriveni red iza raznovrsnosti objekata. I ako nam je svemir bar delimično razumljiv, to je zato što predstavljamo njegovo ogledalo.

Na nesreću, u brizi da spozna i gospodari, pre spoljašnjim svetom no svojim unutrašnjim životom, čovek, uprkos urgentnosti, ostaje nesposoban da pripremi svoju budućnost, da usmeri svoju evoluciju, da učini koherentnom svoju sudbinu. Kriza civilizacije u koju je uključen nameće mu traganje za usklađivanjem nauka o čoveku sa naukama o prirodi ne bi li otkrio zašto je — kako je lepo rekao Paskal (Pascal) — "tako nužno lud". To će biti predmet sledećeg toma.

Prvi deo

SVEMIR

ZEMLJA

ŽIVO

1

KRATKA ISTORIJA EVOLUCIJE

Ukoliko je sve u neprekidnom nastajanju, ako iza svoje raznolikosti svemir krije duboko jedinstvo, razumno je misliti da, poput žive materije, neživa materija takođe ima svoju istoriju. Međutim, još pre dvadesetak godina jedni su mislili da je svemir nepromenljiv, kao što su drugi mislili da se, još od Postanja, zvezde, Zemlja i sva bića koja je nastanjuju više nisu menjala.

Kao što se, da bi objasnila fosile, teorija evolucije živih bića oslanjala na posmatranje i na biologiju sadašnjih životinja i biljaka, tako se kosmološka teorija velikog praska, da bi uspostavila istoriju svemira, oslanjala na posmatranje i na fiziku čestica. Ali, u oba slučaja rekonstrukcija prošlosti nameće pribegavanje velikom broju — neuobičajenom u nauci — manje ili više smelih hipoteza. Istraživaču su tada široko otvorena vrata za spekulacije i za potvrđivanje njegovih sopstvenih filozofskih ili religioznih uverenja. Ovo je posebno tačno čim se postavi pitanje porekla svemira ili porekla života. Šta je postojalo u nultom tre-

nutku? Kakvo je bilo stanje stvari? Kako je započeo evolutivni proces? Osim ako porekla nije bilo, nego je postojao samo kontinuitet, beskrajan u oba vremenska pravca.

VANZEMLJINA EVOLUCIJA MATERIJE

Referentni kosmološki model koji počiva na pojmu širenja svemira na osnovu inicijalne eksplozije (velikog praska) oslanja se na tri osnovna podatka proistekla iz posmatranja: na udaljavanju galaksija, na zračenju iz dna vasione, na obilju lakih elemenata (vodonika, helijuma) i na standardnom modelu fizike čestica, što će reći da se u beskrajno malom traži objašnjenje beskrajno velikog. Ako je objašnjenje činjenica proisteklih iz posmatranja korektno, teorija velikog praska je najbolji savremeni model, bar ukoliko u vraćanju u prošlost ne idemo dalje od jedne desetine sekunde posle primordijalne eksplozije. Kao što je Hekim (Hakim, 1987) rekao, između vremena 0 i 0,1 s svi predloženi modeli mogu biti samo spekulativni.

Činjenice proistekle iz posmatranja

Hablov zakon (Hubble) proistekao je iz Sliferovih (Slipher) posmatranja galaksija od 1912. do 1922. godine, koja pokazuju spektralno pomeranje ka crvenom delu, što je objašnjeno kao dokaz njihovog bežanja. Habl je 1929. uspostavio linearni odnos između rastojanja galaksija i brzine njihovog nestajanja:

$$v = H_o l$$

(v = brzina, l = rastojanje, H_o = konstanta).

Dopler (Doppler) je 1842. godine pokazao da se frekvencija zvuka koji emituje predmet što se udaljava od

posmatrača pomera i da je to pomeranje tim veće što je brzina veća. Fizo (Fizeau) je 1848. godine otkrio isti fenomen kod svetlosnih talasa. Kada se predmet udaljava od posmatrača, emitovana svetlost se pomera ka crvenom delu spektra, a kada se približava, pomera se ka plavom. Ako se, dakle, spektralno pomeranje galaksija objasni kao Dopler–Fizoov efekat, dozvoljeno je reći da se svemir širi, uz primedbu da se o vrednosti H_0 još raspravlja.

Teorija je *zračenje iz dna vasione* predvidela čak pre nego što je ono bilo primećeno. Počev od 1948. godine, izračunavanja su predskazivala da bi, prema hipotezi inicijalne eksplozije, svemir danas trebalo da se kupa u zračenju od 5 K.[1] Čudno je što se nije odmah tražila potvrda ovog predskazanja. Ne znajući za ovo predskazanje iz 1948, Penzijas (Penzias) i R. V. Vilson (R. W. Wilson) su 1965. godine slučajno otkrili jedno elektromagnetno zračenje koje je odgovaralo crnom telu na temperaturi od 2,7 K (-270,45°C), zračenje nađeno na različitim talasnim dužinama (od 7,35 cm do 2 mm), univerzalno i izotropno jer nije variralo za više od 0,005% od jedne do druge tačke na nebu. Budući da je prihvaćeno gledište o širenju svemira, iz ovog zapažanja treba izvesti zaključak da je on nekada prošao kroz jednu gustu i toplu fazu, tim topliju što je vremenska udaljenost veća. Kosmičko zračenje od 2,7 K govori u prilog teoriji velikog praska.

Obilje lakih elemenata (vodonika, helijuma) u svemiru, koje je teorija takođe predvidela, isto tako predstavlja argument koji potvrđuje postojanje inicijalne tople i guste faze, jednom rečju eksplozije. Izračunavanja su na-

[1] Jedinica termodinamičke temperature je kelvin (K), a temperaturna skala polazi od apsolutne nule, drugim rečima od 0 K.

javila da je svemir izgrađen od 75% vodonika i 25% helijuma, a posmatranja su otkrila da vodonika zaista ima 76,5%, a helijuma 21,5%, dok preostala 2% predstavljaju celinu drugih elemenata.

Ovim trima činjenicama proisteklim iz posmatranja treba dodati podatak da postoji dobra saglasnost između različitih metoda izračunavanja starosti svemira. Po Hablovom zakonu svemir je star između 10 i 20 milijardi godina, što potvrđuju izračunavanja koja se odnose na evoluciju zvezda i relativne količine izotopa urana (^{235}U i ^{238}U) na površini Zemlje.

Standardni model fizike čestica

U okviru formalizma kvantne mehanike fizičari su za fiziku čestica izradili jedan model koji dobro funkcioniše i danas služi kao referentni model. Čestice i njihove interakcije su prikazane prema sledećoj shemi. Svemir podrazumeva čestice, *hadrone* (protone, neutrone, mezone, itd.) i *leptone* (elektrone, muone, neutrine, itd.), koje međusobno deluju u skladu sa četiri tipa interakcija: elektromagnetnom, slabom, jakom i gravitacionom.

Interakcije čestica za koje se smatra da su "učesnici" proistekle su iz razmene virtuelnih intermedijarnih čestica nazvanih "merilom"; te prenosne čestice, *bosoni*, imaju tim slabiji domet što im je masa veća. Između dve naelektrisane čestice, elektrona i protona na primer, u elektromagnetnoj interakciji prenosna čestica, boson, jeste *foton* nulte mase i beskrajnog dometa. Između čestica koje imaju slabo naelektrisanje slabe interakcije obavljaju se posredstvom bosona slabih prenosnika, otkrivenih na CERN-u 1983, koji imaju znatnu masu (90 do 100 puta veću od pro-

tona) i veoma slab domet (10^{-15} cm). Posredstvom prenosnih bosona, nazvanih *gluoni*, obavljaju se jake interakcije koje ujedinjuju sastojke hadrona, *kvarkove*, za koje se kaže da imaju "obojeno" naelektrisanje. Kvarkovi i gluoni predstavljaju korisne matematičke fikcije, ali ne postoje izdvojeno i nikada nisu direktno primećeni. U okviru hadrona ujedinjena su po tri kvarka. Što se gravitacione interakcije tiče, njena priroda se razlikuje od prirode ostale tri interakcije, i ne može biti razmatrana u okviru kvantne mehanike. Ona bi se obavljala posredstvom potpuno hipotetičkog bosona, *gravitona* nulte mase i beskrajnog dometa.

Teorija unifikacije

Fizičare je, još od Njutna (Newton), stalno podsticala snažna želja za unifikacijom. Zato su teoretičari i eksperimentatori fizike čestica, nastojeći da razotkriju duboko jedinstvo materije, pretpostavili da bi pri sve većim i većim energijama fundamentalne interakcije trebalo da se unifikuju. Uostalom, postigli su prvi uspeh parcijalno unifikujući elektromegnetne i slabe interakcije u *elektroslabu* interakciju, čija je realnost eksperimentalno potvrđena na CERN--u, zahvaljujući upotrebi veoma visokih energija.

Sledeća unifikacija elektroslabih i jakih interakcija, Vȇlika unifikacija, zahtevala bi još više energije. Ona ostaje spekulativna, i čeka da bude potvrđena ili opovrgnuta, ako jednog dana do toga dođe. Ostvarena, omogućila bi da se sa lakih čestica, leptona, pređe na teške čestice, kvarkove, i *vice versa*, posredstvom nepoznatih X - bosona, čija bi masa bila milion milijardi puta veća od mase protona, dometa od 10^{-29} cm.

I spekulacija, poput sna, naročito ako je lep, nema granica, a neki su išli sve do zamišljanja supersimetrije u kojoj bi se četiri fundamentalne interakcije ujedinile u supergravitaciju. Ovaj začetni san, podložan promeni, podržava nada u unifikovanje relativiteta i kvantne mehanike.

Veliki prasak

Osnaženi činjenicama proisteklim iz posmatranja i podržani spekulacijama teoretičara, astrofizičari, još od Habla, ne prestaju da usavršavaju teoriju velikog praska, privlačnu teoriju ukoliko ga je bilo, ali u kojoj treba, prema Hekimu (1987), napraviti razliku između onoga što je čvrsto ustanovljeno ili vrlo verovatno, i onoga što je plod imaginacije i izračunavanja. Uprkos solidnosti činjenica proisteklih iz posmatranja, teorija još ima pukotine i nepreciznosti. Kako bi i moglo biti drugačije? Treba objasniti zašto je, u heterogenom svemiru, u kome se materija grupiše u oblake, zvezde, galaksije, mnoštva galaksija, supermnoštva, usred ogromne praznine, zračenje iz dubine neba postalo homogeno. Zašto su fotoni nemerljivo brojniji od čestica–učesnika? Zašto materiju ne prati kvantitativno ekvivalentna antimaterija? Zašto je zakrivljenost prostora toliko mala, iako mu sila teže svetlosti nameće da bude zakrivljen? Nećemo se zadržavati na pitanju heterogenosti svemira primetljivoj do 10^{28} cm, jer se otkriva da na skali od 10^{26} cm ona ima ujednačenu gustinu sa preciznošću reda 10^{-14}. Zašto je, dakle, svemir heterogen na maloj skali?

O stanju stvari pre nultog trenutka može se zamišljati sve ili... ništa. Što se tiče događaja između nultog trenutka velikog praska i 0,1 s koje opisuju teoretičari, oni su

isključivo plod imaginacije i matematike. Evo jednog opšteprihvaćenog scenarija: pre 10^{-35} s postojala je samo "praznina"[2], potpuno simetrična[3] na ogromnom energetskom nivou, prečnika od 10^{-55} cm, budući da su četiri fundamentalne interakcije bile unifikovane.

U 10^{-35} s, kako je gravitaciona interakcija već bila individualizovana, temperatura je pala na 10^{27} K. Budući da su X - bosoni mogli postojati samo virtuelno, simetrija Velike unifikacije bila je razbijena individualizacijom jake interakcije, praznina je postala asimetrična. Ali, prema inflatornoj teoriji Betea (Bethe) sa MIT–a i Lajnda (Linde) sa Instituta Lebedev, svemir je, pod dejstvom energije praznine, između 10^{-35} i 10^{-32} s doživeo naročito brutalnu inflaciju. Njegova utrostručena zapremina bila je uvećana za više od 100 puta i, paradoksalno, njegova energija se povećala kao da se i sama, umesto da u većoj zapremini bude razređena, sa povećanjem zapremine uvećavala. Činjenica što je na početku inflatornog perioda svemir imao prečnik od samo 10^{-49} cm objašnjavala bi njegovu izotropiju, homogenost na velikoj skali, i to što je u sada-

[2] Praznina kod fizičara nema ničeg zajedničkog sa Demokritovom prazninom koje se nauka užasava. Praznina nije prazna. Puna je virtuelnih čestica i antičestica koje u svakom trenutku nastaju i nestaju. Kao što su pokazala merenja na energetskom nivou, ona je u neprekidnom fluktuiranju.

[3] U fizici je pojam simetrije, ili nepromenljivosti, fundamentalan. Svakoj kontinuiranoj simetriji odgovara jedna veličina, količina kretanja ili naelektrisanja. Simetrija može biti narušena, što upozorava na promenu stanja ili promenu faze. U teoriji čestica simetrija se manifestuje samo na krajnje visokim temperaturama; ona je narušena na zemaljskim temperaturama, iz čega proističe individualizacija četiri fundamentalne interakcije.

šnjem trenutku veoma malo zakrivljen. U 10^{-32} s praznina je izgubila svoju energiju, a prostor se ispunio česticama i antičesticama.

U toku druge promene faze, iz drugog narušavanja simetrije koje odgovara individualizaciji slabih i elektromagnetnih interakcija, dejstvovalo je, oko 10^{-12} s, jedno novo ubrizgavanje manje snažne energije. Između leptona, kvarkova i njihovih antičestica uspostavila se ravnoteža. Bilo je onoliko neutrina i antineutrina — koji nisu imali vremena da se anihiliraju — koliko kvarkova, antikvarkova, elektrona, pozitrona (pozitivnih elektrona) i fotona. Od slobodnih bosona u 10^{-11} s ostali su samo fotoni koji su se ohladili sve do 2,7 K kosmičkog zračenja.

Svemir nastavlja da se širi i hladi, i u 10^{-6} s, na temperaturi od 10^{13} K čestice materije i antimaterije se anihiliraju stvarajući fotone, a ostavljaju mali ostatak elektrona i kvarkova. No, kako se u svemiru primećuje samo jedan *nukleon* (proton ili neutron) na milijardu fotona, treba pretpostaviti da je u 10^{-6} s na svakih milijardu čestica antimaterije postojala milijarda + 1 čestica materije; kao da je priroda "više volela" materiju od antimaterije. Ova "preferencija" je, uostalom, primećena u akceleratorima sa visokom energijom. Taj milijarditi deo materije koji je izbegao anihilaciji antimaterijom, stvoriće zvezde, hemijske elemente i... čoveka. U 1 s temperatura iznosi samo 10^{10}K.

Nastanak atoma i molekula

Od tada priroda može da nastavi samoorganizovanje i usložnjavanje. Kvarkovi se, tri po tri, kombinuju da bi dali protone i neutrone koji će uspostaviti interakcije sa leptonima (elektronima, neutrinima, muonima, itd.). Tri minu-

ta posle eksplozije temperatura iznosi samo 10^6 K; kako su se kretanja i sudari koji iz njih proističu u velikoj meri smanjili, stabilne celine materije, jezgra, mogu da se formiraju s obzirom na to što najjednostavnije jezgro vodonika čini jedan jedini proton. Takođe se obrazuju jezgra izotopna sa vodonikovim jezgrom: jezgra deuterijuma (1 neutron + 1 proton), nestabilnog tricijuma (2 neutrona + 1 proton) i, naročito, jezgra helijuma$_3$ i helijuma$_4$ (2 neutrona + 2 protona), berilijuma (nestabilno) i litijuma. Na kraju preostaju pre svega jezgra vodonika i helijuma$_4$, plus tragovi deuterijuma, helijuma$_3$ i litijuma. A potom se evolucija materije zaustavlja. Kao posledica hlađenja svemira i smanjenja gustine materije, što je posledica ekspanzije, praktično više nema nuklearnih reakcija, nema nukleosinteze.

Između tri stotine hiljada i milion godina po rođenju svemira, temperatura se spustila na 3.000 K. Gravitacija se onda ponovo uspostavlja i elektroni mogu da se vežu za jezgra da bi obrazovali atome, dok fotoni mogu slobodno pobeći da bi na 2,7 K obrazovali fosilno kosmičko zračenje. Zvezdana era počinje, a usložnjavanje nastavlja svoj tok. Pod uticajem gravitacije, vodene mase vodonika i helijuma koncentrišu se obrazujući zvezde i galaksije. U okviru zvezda, čije je središte pod pritiskom od više milijardi atmosfera i na promenljivoj temperaturi zavisno do njihove mase, nuklearne reakcije ponovo otpočinju i fuzijom stvaraju teža jezgra, poput jezgara ugljenika, kiseonika i azota, koja će kasnije predstavljati osnovu života na Zemlji. Ove nuklearne reakcije zavise, u stvari, od temperature, dakle od energije prisutne u središtu zvezda. Što je zvezda masivnija, njeno središte je toplije. Na 10^6 K fuzionišu se četiri vodonikova jezgra da bi dala jezgro helijuma. Na

100 x 10^6 K fuzija helijuma proizvodi jezgro ugljenika, azota, kiseonika. Između 1.500 i 800 x 10^6 K sagorevanje ugljenika proizvodi poglavito natrijum i magnezijum. Na višoj temperaturi upliće se fuzija kiseonika, iz čega proističu sumpor, fosfor, silicijum itd., a na 5 milijardi kelvina pojavljuju se gvožđe, nikal, kobalt, hrom, itd.

Tada se nukleosinteza najtežih elemenata više ne odigrava fuzijom jezgara, nego zarobljavanjem neutrona, procesom koji se odigrava u unutrašnjosti veoma masivnih gigantskih zvezda, u kojoj se nalaze oslobođeni neutroni koje zarobljavaju postojeća teška jezgra. Tako se, na primer, obrazuju živa i olovo. Što se tiče najtežih elemenata, poput urana 238, koji ima 92 protona i 146 neutrona, i plutonijuma, oni se mogu formirati samo tokom eksplozije nekih zvezda, supernova, eksplozije koja izaziva brzo dodavanje neutrona. Zvezde, zaista, nisu večne. Rađaju se, žive i umiru. Tokom svog života transformišu jedan deo svog vodonika i helijuma u teže elemente koje, kada dođe do njihovog umiranja, u toku manje ili više blistave eksplozije, rasejavaju u međuzvezdani prostor.

Posle ove, nikada prekinute, vanzemljine evolucije bogatstvo glavnih elemenata u svemiru, izraženo u procentima, izgleda ovako:

vodonik	76,5	azot	0,12
helijum	21,5	gvožđe	0,12
kiseonik	0,82	silicijum	0,07
ugljenik	0,34	magnezijum	0,06
neon	0,30	sumpor	0,04

Ostatak celine od 92 elementa (plus 270 stabilnih i 55 nestabilnih izotopa) predstavlja samo 0,13% materije svemi-

ra[4]. Daleko od toga da su količine elemenata istovetne u čitavom svemiru. Nemaju sve galaksije, sve zvezde i njihove planete, kao što dokazuje primer Zemlje, isti hemijski sastav. Ispitivanjem "krive univerzalnih bogatstava" ipak je moguće izvući neke veoma opšte napomene. Grubo govoreći, što je atomska masa veća, drugim rečima što jezgro sadrži više neutrona, manje je bogatstvo elementa. Što je jezgro stabilnije, njega ima više u odnosu na elemente bliske mase, što objašnjava zašto jezgara sa parnim brojem neutrona, koja su stabilnija, ima više od onih koja imaju neparan broj. Veliku stabilnost takođe imaju jezgra čiji su nuklearni omotači zasićeni; atomi čije su elektronske putanje popunjene, moglo bi se reći "zatvorene", isto su tako hemijski neaktivni (helijum, neon, argon, itd., na primer). Najzad, svaki od 92 elementa ima svoje određene osobenosti. Kiseonik obrazuje stabilne veze sa mnogim atomima; četvorovalentni ugljenik može da uđe u sastav mnogobrojnih molekula; hlor, sumpor i fosfor su davaoci elektrona; magnezijum, kalijum i natrijum su primaoci. Ove osobine objašnjavaju ulogu koju će oni imati u živoj materiji.

[4] Premda se prirodni elementi završavaju uranom 92, čovek je uspeo da, počev od 1940. godine, proizvede 16 elemenata, nazvanih transuranski (93 do 109), koji su manje ili više nestabilni, a čiji se periodi radioaktivnog raspada kreću od 1 ms (element 102) do 458 godina (americijum 95). Među njima je najpoznatiji plutonijum. Neki transuranski elementi, poput neptunijuma 93 i plutonijuma 94, nađeni su, naime, u tragovima u nekim mineralima, što bez sumnje dokazuje da su isto tako bili podvrgnuti kosmičkoj nukleosintezi, ali da je njihov kratak poluživot odgovoran za njihov nestanak sa površine Zemlje.

Šta biva sa jednom obrazovanim elementima, lansiranim eksplozijom nekih zvezda u međuzvezdani prostor? Neki se, izbačeni na visokoj temperaturi, hlade i obrazuju molekule: jedinjenja ugljenika, silikate, proizvode gvožđa, itd., koji se prekrivaju ledom. Drugi susreću čestice velike energije, kosmičke zrake, koji razbijaju njihovo jezgro i pretvaraju ih u lakše elemente, dok se neki gasoviti molekuli razdvajaju rekombinujući se u složenije molekule organske prirode, alkohole, šećere, kiseline, itd., koji će se, zaštićeni UV-zračenjem, sačuvati u prašini koja obavija ostarele zvezde ili u zrncima međuzvezdanih oblaka. Ova zrnca prašine, prečnika 0,2 μ oko jezgra silikata, spajaju se sa atomima života (H, C, O, N) obrazujući molekule vode, metana (CH_4), amonijaka (NH_3), koje prekriva sloj leda. Oni koje su ozračili UV-zraci mogu da stvore nova jedinjenja, čak i na veoma niskim temperaturama međuzvezdanih prostora. Tako je u međuzvezdanim oblacima bilo otkriveno stotinak različitih molekula, od kojih je najveći, otkriven 1984. godine, bio $HC_{11}N$. Svi ovi molekuli nalaze se u osnovi sinteze amino-kiselina, bilo da se radi o formaldehidu (CH_2O), cijano-vodoničnoj kiselini (HCN) ili mnogobrojnim drugim molekulima poput formola (H_2CO), mravlje kiseline (HCOOH), metil-alkohola (CH_3OH), etanola (CH_3CH_2OH), itd. Ali, verovatnije je da smo rođeni iz Zemljinog mulja.

U svakom slučaju, evo jedne od lakonskih i nejasnih slika svemira koju on posmatra u ogledalu našeg duha. Postoje i druge, sve još nesigurne, ali koje su dovoljne da lepotu i moć prirode, u njoj samoj i u čoveku, u kome se apstraktno nepredvidivo zamenjuje formama vidljivog, iskažu. Veličina teorijâ čija je tragična lepota jednaka lepoti naše poezije i sakralnih spomenika.

PROBIOTIČKA VREMENA I MOLEKULI ŽIVOTA

Pre pet milijardi godina, u okviru jednog galaktičkog oblaka obogaćenog ostacima zvezdanih eksplozija, obrazovao se Sunčev sistem. Tokom 500 Mg[5] prstenovi koji su okruživali Sunce kondenzovali su se u planete. Kako je Sunčeva toplota uništila međuzvezdana organska jedinjenja, sve je počelo iz početka, da bi se najzad pojavio život. Laki gasovi, vodonik i helijum, gube se iz Zemljine atmosfere, ali se ponovo obrazuju vulkanskom degazacijom koja oslobađa ugljen-monoksid (CO), ugljen-dioksid (CO_2), metan (CH_4), amonijak (NH_3) i vodu. Radioaktivnost, gromovi, UV- zračenja, od kojih Zemlju još ne štite kiseonik i azot, raskidaju hemijske veze favorizujući druge, dok mnogobrojne komete koje, prolazeći nebom, ponekad udaraju u Zemlju, donose vodu i vanzemljine molekule zaštićene ledenim omotačem. Meteoriti, koji takođe u velikom broju sadrže organske molekule, padaju na zemljinu koru; ali, amino-kiseline prisutne u tim meteoritima istovremeno su desnogire i levogire, dok će amino-kiseline žive materije biti u najvećem broju levogire.

Svi su saglasni u tvrdnji da je naša mlada Zemlja morala biti okružena redukujućom atmosferom i da je na njenoj površini morala postojati "primitivna supa" u kojoj su se, na osnovu najjednostavnijih molekula, mogli obrazovati složeniji molekuli poput, na primer, cijanovodonične kiseline (HCN), formaldehida (HCHO), uree, iz kojih su proistekle amino-kiseline, osnovni sastojci proteina. Uostalom, Miler (Miller) je 1953. godine u laboratoriji uspostavio ove verovatne uslove. Pošto je, tokom više dana, sredi-

[5] Mg = milion godina.

nu identičnu sa pretpostavljenom inicijalnom sredinom podvrgavao električnim pražnjenjima, video je da se u vodenom rastvoru pojavljuje mešavina četiri desnogire i četiri levogire amino–kiseline. Ove eksperimente su ponovili i modifikovali različiti autori koji su tako dobili etilenske, nitritske, alkoholne derivate i sulfovane fenole. Verovatno su se u inicijalnoj zemljinoj okolini isto tako obrazovali šećeri, baze analogne nukleinskim bazama, aromatični kompleksi i hidrofobni molekuli (lipidi), kao što je to pokazalo iskustvo.

Iz te bogate mešavine, bez sumnje prisutne na čitavoj površini Zemlje, rođen je život. Ali, da bi ovo bilo moguće, trebalo je da se u okviru "primitivne supe" pojave omeđene loptice, zatvorene omotačem. Različiti autori, posebno Oparin, eksperimentalno su ostvarili vezikule, koacervate; ali, koacervati su često nestabilni; međutim, tokom svog spajanja i razdvajanja umnožavaju mogućnosti kombinovanja svojih sastojaka. Povećavanjem koncentracije nekih probiotičkih molekula i nastankom elektrohemijskog gradijenta između spoljašnjosti i unutrašnjosti vezikula postali su mogući omeđavanjem jednog unutrašnjeg prostora i jednog spoljašnjeg prostora, razdvojenih hidrofobnom membranom koja je postala selektivno propustljiva. U mešavinama amino–kiselina u kojima se obrazuju kapljice polimera bilo je primećeno stvaranje membrana, čak u odsustvu lipida[6]. Dodajmo da je Foks (Fox), na osnovu suve mešavine 18 amino–kiselina postavljenih na lavu na 170°C, uspeo da dobije lance od više stotina molekula (protenoida) koji su, posle hlađenja, rastvoreni u slanoj vodi, obrazovali mikrosferule prečnika od 0,5 do 2μ,

[6] Dickerson, 1978.

okružene dvostrukim omotačem. Sve ove kapljice, sferule, vezikule obrazovane koacervacijom, mogu se, uostalom, spajati da bi obrazovale ono što Buro (Boureau, 1985) zove sferoidima, velike veličine. Ovaj autor jasno govori da sve ove tvorevine dobijene u laboratoriji morfološki liče na najstarije mikrofosile koje je on nazvao *akarioti*, koji nesumnjivo još nisu sadržavali nukleinsku kiselinu, ali su već imali adenozin-trifosfat (ATP) koji u živoj materiji predstavlja univerzalni rezervoar energije. Život je, dakle, počeo pre pojave genetičkog kôda! Ali, može li se govoriti o životu pre nastanka samoumnožavajućih ćelija?

Pre nego što budu razmotrene transformacije koje su živa bića pretrpela tokom evolucije, treba opisati, makar ukratko, sastojke žive materije, bar one koji su u različitom stepenu podređeni evolutivnom procesu. Krajnje shematski govoreći, u osnovi života nalaze se tri glavna tipa molekula[7]: dezoksiribonukleinska kiselina (DNK), ribonukleinska kiselina (RNK) i proteini. Dve nukleinske kiseline osiguravaju proizvodnju proteina i igraju fundamentalnu ulogu u prenošenju života s jedne generacije na drugu. Što se proteina tiče, oni određuju strukture i funkcije živih bića. U okviru ćelije postoji, dakle, podela rada između nukleinskih kiselina, čuvara informacije nužne za metabolizam i reprodukciju, i proteina koji ispunjavaju strukturne i enzimske funkcije. Ovakvo gledište je, u stvari, malo suviše bezrezervno, jer je dokazano da se RNK može, u nekim uslovima, ponašati kao pravi enzim[8].

---

[7] Neću, naravno, govoriti o adenozin-trifosfatu (ATP), čija je biološka uloga sigurno fundamentalna, jer se ovaj molekul nije evolutivno menjao, što je bio slučaj sa drugim tipovima molekula.

[8] CECH, 1987.

Nukleinske kiseline

Dezoksiribonukleinska kiselina je izgrađena od dva lanca nukleotida, dok je svaki nukleotid obrazovan od jedne fosfatne grupe, jednog šećera sa pet ugljenika (dezoksiriboze) i jedne azotne baze koja može biti adenin (A), guanin (G), timin (T) ili citozin (C). Adenin jednog lanca se vezuje za timin drugog lanca, guanin za citozin, i obratno. Ova azbuka od četiri azotne baze prevodi se u nivou proteina u azbuku od 20 amino–kiselina, budući da tri nukleotida (kodon) kodiraju jednu amino–kiselinu. Genetički kôd predstavlja nacrt korespondencija između ove dve azbuke. Važno je zapamtiti da svi nizovi baza DNK nemaju istu informativnu vrednost, neki kodiraju, to su *egzoni*, drugi, *introni*, ne kodiraju. Da bi se uspostavio red veličine, treba se podsetiti na to da je u jedinom hromozomu bakterije *Escherichia coli* nanizano četiri miliona nukleotida, a da genom biljaka i životinja sadrži bar 1.000 puta više nukleotida. Sekvenca, niz baza DNK koji sadrži informaciju koja se odnosi na jedan protein, predstavlja jedan gen.

Dezoksiribonukleinsku kiselinu odlikuje ne samo priroda njenih azotnih baza nego isto tako njena geometrijska konfiguracija, koja nije stalna. Ovaj molekul je fleksibilan i sposoban da varira, što olakšava funkcije ekspresije genske informacije. Zahvaljujući udvajanju (replikaciji) dvostruke zavojnice uz pomoć DNK - polimeraze, genetička informacija se čuva uprkos ćelijskom umnožavanju. Kopija (prepis) stvara se u ritmu od 100 do 1.000 i više nukleotida u sekundi. U živoj ćeliji, DNK pravi zavoje. Reč je, dakle, o krajnje zatvorenoj strukturi. U ćelijama sa jedrom (eukarioti) intimno je udružena sa proteinima, hi-

stonima, koji je uvijaju u veoma kompaktnu strukturu, hromatin. Tokom prepisivanja (transkripcije) informacije sa DNK na jedan jedini lanac RNK, dvostruka zavojnica se otvara da bi omogućila pristup RNK - polimerazi koja osigurava prepisivanje. Pošto se lanac RNK oslobodi, DNK ponovo zauzima svoj oblik superuvijene dvostruke zavojnice. U svakoj ćeliji prepisuju se samo oni geni koji su joj potrebni.

Između RNK i DNK, sa hemijskog stanovišta, postoje dve razlike. U RNK dezoksiriboza je zamenjena ribozom, a timin (T) uracilom (U). S obzirom na funkciju koju imaju, treba razlikovati tri tipa RNK: informacionu (iRNK), ribozomsku (rRNK) i transportnu RNK (tRNK). U eukariotskim ćelijama oslobođen lanac iRNK (*primarni prepis*) trpi sazrevanje, drugim rečima biva tako isečen da su introni odstranjeni, odsečeni, dok se egzoni, zahvaljujući jednom enzimu, potom ujedinjuju slepljivanjem, tako da broj nukleotida biva redukovan za oko 75%. Informaciona RNK tada napušta jedro da bi se vezala za jednu organelu, nazvanu ribozom, koja se sastoji od proteina i rRNK a koja sintetiše proteine. Tu dolazi do prevođenja poruke zahvaljujući tRNK. Svaka tRNK, izgrađena od kratkog lanca od 70 do 80 nukleotida, vezuje se za jednu određenu amino-kiselinu koju nosi ka ribozomu na kome se amino -kiseline postavljaju jedna do druge redosledom koji naznačuje iRNK. Na ovaj način poruka iRNK biva prevedena u proteine sačinjene od niza od 100 do 1.000 amino-kiselina, tako da jedna amino-kiselina odgovara nizu od tri nukleotida iRNK. Sasvim nedavno pokazano je da su nizovi baza RNK, zvani antiinformacioni, odgovorni za blokiranje prevođenja genetičke informacije bilo u nivou DNK bilo u nivou RNK.

Pomoću četiri slova AUGC koja označavaju azotne baze RNK teorijski se mogu napisati 64 reči od po tri slova (kodoni), odnosno 64 amino–kiseline; međutim, ima ih samo 20. Ako se isključe tri kodona (UAA, UAG i UGA) koji služe za obeležavanje završetka jedne poruke, ostaje 61 kodon za proizvodnju 20 amino-kiselina. Šest različitih kodona kodiraju tri amino-kiseline, četiri kodona kodiraju pet amino-kiselina, pet kodona jednu, dva devet amino-kiselina, a jedan kodon može kodirati dve amino-kiselina. Zato se kaže kako je genetički kôd "degenerisao". Drukčije rečeno, postoji više načina da se kaže ista stvar, poruka je redundantna.

Ostaje pitanje univerzalnosti ovog kôda, koji je Mono (Monod) proglasio dogmom. No, događa se da priroda, rado jeretička, nije uvek mogla da je poštuje. U mitohondrijama čoveka, na primer, u tim energetskim pogonima ćelije, poruka UGA na kraju prevođenja kodira jednu amino-kiselinu, triptofan, dok AGA i AGG ne kodiraju arginin, kao u svim drugim slučajevima. Kasnije ćemo videti kako se mogu objasniti posebnosti DNK mitohondrija. U pekarskom kvascu neki kodoni, umesto da kodiraju treonin, kodiraju leucin.

Proteini

Dok naši geni, sačinjeni od DNK, u sebi sadrže genetičku informaciju, naša tkiva i organi prvenstveno su obrazovani od proteina. Jedan protein predstavlja polimer, lanac amino-kiselina, koji deluje vezujući se na specifičan način za druge molekule. Zavisno od njihove funkcije, razlikuju se strukturni proteini, regulatorni proteini koji kontrolišu ekspresiju gena i membranski proteini za koje

se vezuju hemijski prenosioci poruka. Hemijskim reakcijama u unutrašnjosti organizma upravljaju enzimski proteini koji milion i više puta ubrzavaju korisne biološke reakcije. Svi ovi proteini neprekidno su u pokretu.

Sve amino–kiseline izgrađene su po istom principu, udruživanjem jedne amino-grupe (NH_2), jedne karboksilne grupe (COOH), jednog H i jednog bočnog lanca koji jedini varira od jedne do druge amino–kiseline. Međusobno su vezane peptidnom vezom (-CO–NH-) koja nije savitljiva, dok osobine proteina zavise od načina na koji se amino-kiseline uvijaju same oko sebe, a bočni lanci su ti koji određuju njihovu prostornu konfiguraciju. Uvijanje proteina se, naime, obavlja tako što se polarni, naelektrisani lanci nalaze na spoljašnjoj strani, a nepolarni lanci u unutrašnjosti, sa izuzetkom proteina u membranama. Lokalne interkacije amino-kiselina proizvode proteinske strukture u obliku zavojnice ili lista. Sve su amino–kiseline, izuzev jedne, dvosimetrične. One su ili desnogire (D) ili levogire (L). Amino-kiseline koje je proizveo Miler, kao i one nađene u meteoritima, u isto vreme su i desnogire i levogire. No, amino–kiseline koje ulaze u sastav proteina žive materije većinom su levogire. Postavlja se, dakle, pitanje kakvo je poreklo tog prekidanja simetrije. Ono možda potiče otuda što je energija veze L-molekula malo veća od one kod D-molekula. Polimerizacija bi taj fenomen pojačala.

Protein definišu tri strukturna nivoa: niz amino–kiselina predstavlja primarnu strukturu, lokalna konfiguracija sekundarnu strukturu, a potpuna trodimenziona konfiguracija tercijernu strukturu. Zahvaljujući kristalografskim tehnikama, danas je poznata potpuna struktura stotinak

proteina[9]. Svaki protein, dakle, poseduje jedinstvenu i određenu strukturu, koja određuje mesta za koja se, po izboru, neki molekuli vezuju, a neki ne. Skorašnje dostignuće biohemije proteina jeste otkriće da njihova struktura nije statična, već da postoji prava dinamika proteina. Budući da se u njihovom okrilju atomi premeštaju, i to tim više što su bliži površini, proteini se neprekidno deformišu. Bilo je, uostalom, pokazano da se aktivnost nekih proteina može objasniti samo pokretima, bilo lokalnim bilo globalnim, koji se u njima odigravaju.

Imajući u vidu svoj cilj, pored specifičnih funkcija DNK i proteina, zadržaću se i na njihovim zatvorenim konfiguracijama. Felzenfelt (Felsenfeld, 1985) je DNK okarakterisao kao "superuvijenu". Elen (Hélène, 1985) je to pokazao (1985*a*) na veoma slikovit način govoreći da DNK jedne ćelije čoveka, jednom razmotana, ima dužinu od 1 m, drugim rečima da je 1.000 puta duža od ćelije koja je sadrži. Ukupna dužina DNK ljudskog organizma, spojena svojim krajevima, obrazovala bi nit sposobnu da 200 puta poveže Zemlju sa Suncem. Ako genetička informacija ne zavisi od konfiguracije DNK u jedru, onda je sigurno da ta konfiguracija utiče na njenu stabilnost. Naprotiv, "stereospecifične" osobine proteina direktno zavise od njihove uvijene konfiguracije. Njihova sposobnost, koju je Mono (1970) izjednačio sa "kognitivnom funkcijom", da "prepoznaju" druge molekule, proističe direktno iz toga. Njihovo uvijeno stanje je, štaviše, ono koje odgovara najmanjoj mogućoj slobodnoj energiji (totalna energija — entropija), a koja molekulu osigurava izuzetnu stabilnost. Biološki molekuli su, dakle, organizovani tako da budu

---

[9] R. Doolittle, 1985.

otporni na promenu, da se diferenciraju i štite od svega što je organizmu strano, a ipak su se tokom evolucije menjali.

Dok veštački lanci amino-kiselina obrazovani slučajno imaju samo jednostavnu primarnu strukturu i lišeni su svake biološke funkcije, prirodni proteini se tokom svoje sinteze, posredstvom tRNK, spontano uvijaju oko sebe, u skladu sa veoma preciznim fizičko-hemijskim zakonima.

Kada se govori o amino-kiselinama, nameće se poslednja, ali odlučujuća primedba, jer je u vezi sa fundamentalnom činjenicom da su životinje biljni paraziti. Dok biljke, naime, sintetišu dvadeset amino-kiselina neophodnih za život, životinje mogu da proizvedu samo deset.

Poreklo života

Kako u molekulsku mašineriju ćelije nije uključena nikakva "vitalna sila", kakvo je moglo biti poreklo te čudesne fizičko-hemijske složenosti koja predstavlja najmanju od odlika živih bića? Možda nikada nećemo saznati kako se život pojavio na Zemlji, i da li je on počeo odmah, u primitivnoj vezikuli, pojavom složenih molekula koji leže u osnovi začuđujuće organizacije na koju sam upravo podsetio, što izgleda malo verovatno. Međutim, dozvoljeno je postaviti pitanje redosleda kojim su se pojavili DNK, RNK i proteini, i kako se obavilo njihovo povezivanje. Predložene su različite teorije, sve nepotpune. Prema onoj koja je najšire prihvaćena, RNK je prethodila DNK. U sredini bogatoj nukleotidima i solima, u nekim eksperimentalnim uslovima, spontano se, naime, obrazuju lanci nukleotida koji dovode do molekula RNK sposobnih da se udvoje u mnogobrojne varijetete, od kojih se duže vre-

me održavaju samo oni koji su najuspešniji, drugim rečima, oni koji su obdareni sposobnošću prepisivanja, najvećom stabilnošću i najvećom brzinom udvajanja[10]. No, ovo nije primećeno ni kod DNK niti kod proteina. Osim toga, spajanje RNK može se dogoditi čak i u odsustvu proteina; čak je i kod praživotinja primećeno da je RNK sposobna da sama ostvari isecanje svojih introna i, sledstveno tome, spajanje egzona. Treba dodati da RNK, neophodna za prevođenje, takođe može uskladištiti informaciju, premda sa manjom preciznošću od DNK[11].

Bilo kako bilo, fizičko–hemijske prinude dopustile su udruživanje primitivnih kodona sa nekim amino–kiselinama i, na kraju, prema većem broju autora, molekuli života prvo su se povezali na sledeći način:


DNK ← RNK → proteini

ili pak: proteini + RNK → DNK,

a mnogo kasnije:


DNK → RNK → proteini.

Treba, uostalom, primetiti da primitivni odnos: RNK → DNK još postoji, kao što potvrđuje postojanje *inverzne transkriptaze* koja omogućava umetanje nekih RNK-virusa u DNK njihove ćelije–domaćina. Ako je život počeo tek pojavom amino–kiselina i nukleinskih kiselina, primitivni proteini, DNK i RNK morali su biti najjednostavniji, jer sigurno je bilo potrebno mnogo vremena da sadašnji molekuli zauzmu svoje mesto. Verovatno se bez dvostruke zavojnice DNK, posebno stabilne i zatvorene, metazoe i polno razmnožavanje ne bi pojavili i evolucija bi stagnirala. Takvi su opšteprihvaćeni stavovi kojima je Kern

[10] Eigen i sarad., 1981.

[11] Darnell, 1985.

-Smit (Cairns-Smith, 1985) suprotstavio radikalno drugačija gledišta.

Na savremene teze ovaj autor ima veći broj primedbi: 1) nikada nijedan eksperiment onakvog tipa kakav je bio Milerov nije proizveo nukleotide; 2) da bi se proizveli proteini, potrebni su... stvoreni proteini; 3) ako danas sva živa bića imaju istu složenu genetičku mašineriju, to ne podrazumeva da su prvi organizmi bili njome obdareni. On misli da su prva živa bića bila strukturno i funkcijski mnogo jednostavnija, da su mogla da se lako udružuju i da su nesumnjivo bila sastavljena od različitih materija. On, dakle, predlaže ono što se naziva "hipotezom skele": biološka mašinerija bila bi konstruisana kao što se konstruiše svod, oslanjanjem na geohemijsku skelu, koja je potom nestala. Za to su bila neophodna tri uslova: 1) da prvi organizmi budu sposobni da evoluiraju, dakle, da su u maloj meri obrađeni; 2) da su geohemijskog porekla; i 3) da njihovi geni sadrže veliku količinu informacije.

U evoluciji života suštinu ne predstavlja priroda materije, nego forma i informacija koje se jedine prenose sa generacije na generaciju. Postojanje bar jednog gena, bilo kakva da mu je priroda, uslov je *sine qua non* evolucije. Kako prvi geni nisu mogli biti izgrađeni od RNK, Kern -Smit pretpostavlja da su tu ulogu mogli imati kristali gline, jer su bogati informacijom zbog velikog broja atoma koje imaju i zbog svojih kristalnih nedostataka, i sposobnosti da se uvijaju i da evoluiraju. U sledećem koraku polimeri i drugi organski molekuli mogli su se uvući u te kristale. Kako su gline katalizatori, mogla je da se pojavi fotosinteza, pretvarajući CO_2 u mravlju kiselinu. Kasnije su kristali gline mogli nestati, a ostao bi prvobitni organski genetički kôd. Ovo je samo hipoteza, ali je ona zaslužna

za otvaranje novog polja istraživanja porekla života. To se vidi po tome što je dodirna površina glina-organski molekuli danas predmet intenzivnih istraživanja.

Možda će nam prelaz od ne-života ka životu zadugo ostati nepoznanica; ali, već znamo da je on obeležen prelaskom od determinacije isključivo spoljašnje evolucije elemenata na dvostruku determinaciju, spoljašnju i unutrašnju, evolucije živih bića.

Ako materija može da postoji u praznom, i ako se njena evolucija pokorava samo fizičko-hemijskim zakonima, živo iziskuje okolinu u kojoj se, zahvaljujući zakonima koji su mu svojstveni, održava izvan ravnoteže. Dok materija podrazumeva 92 prirodna elementa, živo je zadržalo samo četiri glavna, u različitim odnosima:

Svemir	Ljudsko telo
H = 76,5%	10%
O = 0,82%	65%
C = 0,34%	18%
N = 0,12%	3%

Elementi koji nisu H, O, C, N predstavljaju samo 4% sastojaka ljudskog tela, a 22% sastojaka svemira.

U odnosu na vreme, život i materija su u potpuno različitom položaju. Dok su se sve prve etape evolucije svemira odvijale nepojamnom brzinom, one su se u evoluciji života odvijale krajnje sporo. Dok procesi nukleosinteze, koji kao da ne zavise od nepovratnog vremena, nastavljaju da se događaju u zvezdama, biološki procesi su nepovratni i etape koje su premostili neki živi entiteti u prošlosti kasnije nikada više nisu mogle biti ponovljene. Stotinama miliona godina nije se pojavila nijedna nova vrsta. Dok su

prirodni elementi, sa izuzetkom radioaktivnih izotopa, dosta stabilni, živa bića i potomstva živih bića su nestabilni. Sve se rađa, živi i umire u skladu sa ciklusom, pravilnim za jedinke, nepravilnim za potomstva. Naime nestalo je bar 99% vrsta koje su se pojavile od postanka života.

EVOLUCIJA ŽIVE MATERIJE

Nepovratno vreme evolucije ima dvostruki aspekt: vreme promene, naravno, ali isto tako i vreme ponavljanja. Zato ću isto toliko insistirati na onome što se strukturno i funkcijski ponavlja koliko i na onome što se tokom procesa evolucije menja. Fosili koji svedoče o evoluciji mogu biti interpretirani samo u svetlosti naših znanja koja se odnose na biologiju današnjih živih bića. Naše interpretacije, dakle, mogu biti zasnovane samo na pretpostavkama, i to tim više što smo suočeni sa starijim fosilima.

Zemlja je stara 4,6 milijardi godina, ali prvi mikrofosili koji ne predstavljaju mineralne artefakte, koji imaju neke odlike života, sežu do 3,8 milijardi godina. Nađeni su na Grenlandu, u Isua, u Južnoj Africi i u Australiji, na Severnom polu (3,5 milijardi godina). Od kada su otkrivene bakterije koje žive na temperaturi od preko 150°C i pod pritiskom od 265 atmosfera, ništa nas, međutim, ne sprečava da zamislimo kako se život pojavio ranije, čak u ekstremnim uslovima. Kako se primitivni oblici života sreću u kontinuitetu tokom čitavog prekambrijuma, drugim rečima tokom više od tri milijarde godina, Buro (1985) pretpostavlja da se život nije pojavio samo jedanput, na jednom jedinom mestu, nego da je mogao nastajati na različitim tačkama Zemlje, u različitim epohama, započinjući

nebrojenim "polascima", od kojih su samo neki doveli do uspeha.

Najstariji mikrofosili su mikrofosili jednoćelijskih organizama. Prema klasičnom mišljenju, podeljeni su na dva velika tipa, na prokariote, koji nemaju jedro, i eukariote, koji ga imaju. Kako je verovatno da prve žive ćelije nisu u prvi mah imale DNK i RNK, Buro predlaže da se među jednoćelijskim organizmima bez jedra razlikuju akarioti, koji još ne poseduju nukleinske kiseline i bez sumnje *imaju jedino ATP, i prokarioti, sa primitivnim genomom* koji nije odvojen od citoplazme. I jedni i drugi su se, u svakom slučaju, beskrajno, ukoliko i koliko su to dozvoljavali uslovi okoline, razmnožavali razdvajanjem, dvojnom fisijom. Svaka ćelija je bila omeđena, zatvorena selektivnom membranom koja je filtrirala ulaske i posedovala, dakle, sopstveno ponašanje nezavisno od sredine.

Prokarioti

Ne pridržavajući se Buroovog razlikovanja akariota i prokariota, Šopf (Schopf, *1978*) i Vidal *(1984) sačinili* su sintezu naših znanja o prvim ćelijama sa jedrom i bez njega. Ćelije bez jedra su se, dakle, pojavile pre 3,8 i 3,5 milijardi godina (možda i ranije) i njihovi fosilni ostaci su nađeni na različitim tipovima stena. Jedan deo prokariotskih fosila iz prekambrijuma potiče od stomatolita, stena u kojima je ćelijski kalcijum–karbonat delimično zamenjen silicijumom, zahvaljujući čemu je sačuvan njihov oblik. Ovih finih listastih, prvenstveno krečnjačkih stena ima na svim kontinentima izuzev Antarktika. Proizvele su ih jedna na drugu naslagane kolonije cijanobakterija ili modrozelenih algi, koje su živele u plitkim vodama, a nisu bile

sposobne da menjaju mesto. Živi stomatoliti još postoje, posebno na Bahamskim ostrvima. Drugi prokarioti, koji žive i danas, naseljavali su dublje vode.

Pre 2,5 milijardi godina pojavile su se druge forme prokariota, fotosintetske bakterije, grupisane ili negrupisane u gomile, koje su, naročito u obliku planktona, slobodno menjale mesto u vodi, kao što potvrđuje njihovo prisustvo u sedimentima (glina, peščar, mulj, karbonati). Ova pojava fotosinteze bez sumnje je najvažniji događaj čitave evolucije. Sintezom šećera na osnovu H_2O i CO_2, fotosinteza je, naime, postupno obogatila atmosferu kiseonikom sve dok nije nametula aerobni način života, bez koga bi se evolucija zaustavila. Ovo predstavlja najznačajniji primer transformacije sredine pod dejstvom ponašanja živog bića.

Eukarioti

U okviru prokariotske planktonske faune, pre 1,5 milijardi godina pojavile su se prve ćelije sa jedrom, možda posle jednog prelaznog mezokariotskog stupnja, što je sugerisao Dadž (Dodge). Ovo diferenciranje prokariota u eukariote bez sumnje predstavlja posledicu dve velike tekovine, pokretljivosti u vodi i aerobioze. Tako je prošlo manje od milijardu godina između obrazovanja Zemlje i pojave života, dok je bilo potrebno više od dvostrukog vremena — od čega je milijardu godina bilo posvećeno promeni atmosfere — da bi, posle duge stagnacije, evolucija ponovo krenula. Pojavom prvih jednoćelijskih eukariota, akritarha, bila je prebrođena bitna, odlučujuća etapa.

Prelazak od prokariota ka eukariotima nije se izražavao samo tako značajnim metaboličkim preokretom kakav je uspostavljanje aerobioze, on se takođe iskazivao

strukturnim usložnjavanjem u smislu većeg zatvaranja ćelije, koja se "pregrađuje", menja i čiji se prečnik povećava sve do 100 i čak 300 μ, budući da su mikrofosili bili tim veći što su bili mlađi. Dezoksiribonukleinska kiselina organizovala se u hromozome umetnute u jedro okruženo membranama. Ćelijska deoba se verovatno obavljala mitozom. U citoplazmi su se pojavile organele, i one takođe ograničene membranom, posebno mitohondrije i, kod organizama sa hlorofilnom aktivnošću, hloroplasti. Već od 1885. godine Šimper (Schimper) je objasnio pojavu ovih organela endosimbiozom, umetanjem malih bakterija unutar većih ćelija. Posle različitih autora, Margulis i Sagan (1985) preuzeli su i sa uspehom razvili ovu teoriju kojoj se suprotstavlja autogena teorija. Endosimbioza je, uostalom, fenomen koji se primećuje kod današnjih živih organizama. Postojanje genetičke mašinerije (DNK, RNK i ribozomi), svojstvene ovim organelama, predstavlja snažan argument u prilog endosimbiotskoj teoriji. Doista, mitohondrije se približavaju bakterijama, posebno arheobakterijama[12], veličinom, izgledom i ponašanjem. Njihova nit DNK je, na primer, analogna hromozomu bakterija, a njihov genetički kôd malo je drukčiji od genetičkog kôda jedarne DNK; u njihovim respiratornim grebenima, štaviše,

[12] Arheobakterije su anaerobne bakterije koje imaju poseban metabolizam jer mogu biti metanogene, ili halofilne, ili acidofilne, budući da žive na pH nižem od 2, pa čak i termofilne, poput onih koje žive u nivou grebena i istočnog Pacifika, na dubini od 2.600 m, na temperaturi višoj od 150^0C i pod pritiskom od 265 atmosfera, u uslovima koji su nekada ocenjivani kao nekompatibilni sa životom. Arheobakterije se od eubakterija takođe razlikuju i po svojoj membrani.

nema holesterola, kao što ga nema ni u plazminoj membrani bakterija.

Ovi prvi jednoćelijski eukarioti na površini plitkih voda obrazovali su veoma bogat plankton. Bili su okruženi omotačem i ličili su na oblike koji još postoje. Prvo su autotrofi, hraneći se neorganskom materijom, postali, pre 750 ili više Mg, heterotrofi koji su se hranili organskom materijom. Pre 1.400 — 700 Mg dobijaju sve raznovrsnije i raznovrsnije oblike. Početne loptaste forme zamenjuju višeugaone i forme u obliku vrča začepljenog na jednom kraju. Ova diverzifikacija smanjila se tokom 100 Mg pod uticajem duge glacijacije koja je ograničila prinos hrane. Početkom kambrijuma, pre oko 650 Mg, ovi eukarioti ponovo su se menjali, neki proizvodeći nastavke i bodlje, dok su drugi postali višećelijske životinje mekog tela, kao što svedoči fauna Edijakre (Australija), koja je nestala ne ostavivši naslednike; zatim su se pojavili trilobiti.

Proučavajući citohrom *c*, protein prisutan kod svih organizama koje odlikuje respiracija, Dikerson (Dickerson, 1980) je rekonstruisao filogenetsko stablo jednoćelijskih organizama. Izdvajanje energije neophodne za život počelo je glikolizom (vrenjem glukoze), čiji je učinak bio dosta slab. Citohrom *c*, moćni prenosilac elektrona, njihov i davalac i primalac, potom se uključuje u proces, prvo na nivou fotosinteze koja će, malo pomalo, izmeniti redukovanu atmosferu u oksidujuću, dozvoljavajući tako aerobiozu, uz gubitak fotosinteze kod mnogih prokariota, od kojih će neki, kod eukariota, dati mitohondrije a, kod fotosintetskih biljaka, još i hloroplaste.

Teorija progenske ćelije

Što se današnjih živih bića tiče, pitanje filogenetskih odnosa prokariota i eukariota, čiji deo predstavljamo, uvek je predmet diskusija. Doista, klasično je mišljenje da su eukarioti proizašli iz bakterija koje su mnogo jednostavniji organizmi. No, postoje jaki razlozi da se misli kako bakterije nisu arhaičnije od eukariotskih ćelija. U jednom nedavnom pregledu Darnel i V. F. Dulitl (Darnell i W.F. Doolittle, 1986) predložili su sledeći model, nadahnuti Vezelovim (Woese) radovima koji se odnose na poređenje RNK više generacija jednoćelijskih i višećelijskih organizama. Prema tom modelu, u okviru primitivne supe prvo se pojavilo više tipova molekula RNK. Prvi genom sačinjavala su tri tipa RNK i jedan genetički kôd. Da je RNK prethodila DNK, potvrđeno je činjenicom što ovaj izmenjeni molekul može obavljati tri fundamentalne funkcije: kodiranje informacije (iRNK), njeno prenošenje (tRNK) i olakšavanje tog prenosa (rRNK). Isecanje introna (sekvenci koje ne kodiraju) i slepljivanje egzona (sekvenci koje kodiraju) može se, s druge strane, ostvariti bez učešća proteina. Suprotno, postoji samo jedan tip molekula DNK, a zahvaljujući svojoj dvostrukoj niti, osim kodiranja informacije sposoban je i za udvajanje.

U prvoj hipotetičkoj progenskoj ćeliji genom RNK, zahvaljujući inverznoj transkriptazi, prepisivao se u genom DNK. Ova prva ćelija morala je biti bogata intronima i hromozomima. Od nje su račvanjem nastale dve serije ćelija. Jedne, prokarioti, koje se odlikuju brzim rastom (bakterije se umnožavaju 400.000 puta brže od čoveka) izbacile su introne, sačuvale samo jedan hromozom i nisu obrazovale jedro. Druge, eukarioti, koje odlikuje spor rast, sa-

čuvale su introne (80% DNK čoveka) i sve hromozome zatvorile u jedro. Onda su se autotrofni prokarioti razdelili na eubakterije i arheobakterije. Eubakterije su prodrle u eukariote, ili su ih oni zarobili; ovom endosimbiozom u životinjskoj seriji postale su mitohondrije (cijanobakterije), u biljnoj seriji mitohondrije i hloroplasti (crvene sulfobakterije). Posle ovog novog račvanja, pojavili su se višećelijski organizmi. Biljni organizmi postali su autotrofi i heterotrofi, a životinjski isključivo heterotrofi.

Iz ove sinteze proističe zaključak da je prisustvu introna u genomu, esencijalnoj odlici eukariota, kod prokariota prethodio gubitak introna. Ova razlika objašnjava zašto prokarioti praktično nisu evoluirali, dok se kod eukariota evolucija nastavila sve do čoveka; to, drugim rečima, znači da ne vodimo poreklo od bakterija.

Bilo kako bilo, treba pamtiti dva suštinska podatka. Prvi je fundamentalna uloga koju je u pojavi eukariota igrala endosimbioza. Ove ćelije prilagodile su se stranim organizmima, kao što su se prilagodile kiseoniku koji je prvo bio toksičan za ćeliju, a postupno se uključio u njen metabolizam. Drugi podatak, koji je podvukao Danšen (Danchin, 1983), jeste iznenađujuća prilagodljivost prokariota koji na nagle promene sredine trenutno reaguju modifikujući svoje unutrašnje stanje za nekoliko minuta. To znači da se kod njih povezivanje sa sredinom u većoj meri obavlja otvaranjem nego zatvaranjem. Komplementarna sa ovim podatkom jeste činjenica da eukarioti preživljavaju zahvaljujući svom zatvaranju pomoće serije membrana koje okružuju ćeliju, jedro i citoplazmatske organele i stvarajući tampon između unutrašnje i spoljašnje sredine. Drukčije rečeno, oni se sa sredinom povezuju više zatvaranjem nego otvaranjem. Budući da su eukarioti "zatvore-

niji" od prokariota, ne čudi to što su sačuvali arhaičniji kôd primitivnih bakterija, kôd svojih mitohondrija. Delom zato što su zatvoreniji, oni su, paradoksalno, doveli do izvanredne raznovrsnosti višećelijskih metazoa. Nasuprot tome, krajnja prilagodljivost prokariota omogućila im je da prežive sve do danas bez velike promene oblika.

Metazoe

Kao što je primetio Šopf (1978), raznovrsnost ćelijskih tipova kod eukariota navodi na pretpostavku da se tokom uspostavljanja ćelijskog jedra morala pojaviti neka forma polnog razmnožavanja, ostvarujući jednu drugu fundamentalnu promenu koja je "genetičkom lutrijom" doista značajno povećala mogućnost varijacije. Početkom kambrijuma, pre oko 650 Mg, pojavom višećeličnosti život je savladao jedan novi korak. Šapiro (Shapiro, 1988), međutim, beleži da se bakterije, smatrane jednoćelijskim, ponašaju više kao višećelijski organizmi. One obrazuju ujedinjene zajednice, love u grupama, luče supstancije koje usmeravaju njihovo pomeranje i međusobno komuniciraju. U nekim zajednicama one nisu ni funkcijski ni strukturno istovetne. Najstarije metazoe bili bi sunđeri, meduze i pljosnati crvi, ali grana brahiopoda (dvovalvalnih metazoa) takođe je veoma stara (više od 650 Mg). Neki rodovi, bez vidljive promene, održali su se čak do sadašnje epohe[13]. Razvojem unutrašnje duplje, celoma, i mišića povećala se autonomija. Potom se, tokom otprilike 100 Mg, bez sumnje zato što je količina kiseonika u atmosferi omogućavala veću aktivnost, dogodilo ono što se uobiča-

[13] Richardson, 1986.

jeno naziva "eksplozijom kambrijuma", a što je dovelo do diverzifikacije metazoa na 35 filuma, od kojih se najmanje devet ugasilo[14]. Tada su definitivno uspostavljeni veliki planovi organizacije žive materije. Treba, dakle, imati na umu da se tokom evolucije broj filuma smanjivao, dok je broj vrsta rastao. Ali, kao što sugeriše Pijaže (Piaget, 1976), biljke su se manje menjale, jer nisu sposobne da se premeštaju i ispituju svoju sredinu. One su, međutim, prve osvojile kopno. Ribe, prvi kičmenjaci, pojavile su se -430 Mg, otprilike u vreme kada beskičmenjaci izlaze iz vode. Prvi kopneni kičmenjaci pojavili su se 50 do 100 Mg kasnije. Međutim, ono najznačajnije što treba podvući u vezi sa višećeličnošću, čak više od krajnje morfološke diverzifikacije, jeste funkcionalno objedinjavanje organizma u okviru koga je ćelijsko diferenciranje stvorilo specijalizovane organe i fragmentisalo ekspresiju genetičke informacije. Tu integraciju, ostvarenu prvo i na najbolji način posredstvom nervnog sistema, potom je dovršio cirkulatorni sistem. Ova primedba omogućava da se shvati zašto se nervni sistem pojavio skoro istovremeno sa višećeličnošću. To je poslednja velika tekovina individualnih živih sistema. Jednoćelijski organizmi su relativno pasivni, podređeni sredini, ili primaju dosta oskudnu informaciju (temperatura, svetlost, itd.). Esencijalno u njihovom ponašanju svedeno je na tropizme, dok se, zahvaljujući nervnom sistemu, ponašanje životinja obogaćuje; jer ovaj sistem, organizovan u receptorske i predajničko–efektorske tokove, omogućio je živim bićima da dođu do veće količine informacije i do veće samostalnosti, da u većoj meri pokore i eksploatišu sredinu.

---

[14] Valentine, 1978.

Nervni sistem

Došao je, dakle, trenutak da se u istoriji zemljine kugle insistira na značaju divergencije koja je dala životinjsko i biljno carstvo, divergencije pridružene problemu pokretljivosti i čulne osetljivosti, prema tome problemu nervnog sistema i njegovih prethodnika. Po Vandelu (1968), životinje predstavljaju *progresivnu* liniju jer menjaju mesto u prostoru i poseduju opažajne aparate, dok biljke čine *regresivnu* liniju budući da je kod njih nestao prvi začetak senzomotornog aparata, predstavljen trepljama i bičevima. S druge strane, fotosinteza, koja zahteva veliku površinu tela da bi Sunčeva energija bila apsorbovana, redukovala je ili učinila da potpuno nestane pokretljivost koju su biljke početno posedovale. Biljke su se, dakle, na neki način posvetile svojoj energetskoj funkciji; životinje, koje svoje energetske potrebe zadovoljavaju na njihov račun, njihovi su paraziti.

Sa tog stanovišta posmatrano, svojom dvostrukom pogonskom i čulnom funkcijom, koje su nerazdvojive jer bez pokreta osetljivost je beskorisna, a u odsustvu osetljivosti pokret je lišen smisla, nervni sistem uvodi radikalnu razliku između životinja i biljaka. Senzomotorni bič protista nagoveštava budući nervni sistem koji će se, počev od metazoa, tokom ove važne diverzifikacije koju predstavlja višećeličnost, udvojiti u dva aparata, motorni i čulni. Budući da su se metazoe razdvojile u dve linije, od kojih je jedna dovela do zglavkara a druga do kičmenjaka[15], ostvarila su

[15] Setimo se da vrsta zglavkara ima mnogo više od vrsta kičmenjaka. Postoji, na primer, 750.000 vrsta insekata, a 20.000 vrsta riba.

se dva tipa nervnog sistema. Jedan je "pun" sistem, sačinjen od nervnih vrpci koje konvergiraju ka jednom čulnom organu ili ka mozgu (neke životinje morskog planktona, pljosnati crvi, prstenasti crvi i zglavkari), dok je drugi šuplja cev nastala zatvaranjem nervnog žljeba (bodljokošci, kolonije u formi polipa, amfioksus, kičmenjaci). Ali, samo kičmenjaci imaju mozak, koji potiče od pet moždanih mehurova.

Evoluciju ovog sistema prikazali su Nauta i Fajertag (Feirtag, 1979). Neki morski polipi imaju samo jedan tip neurona koji se proteže od spoljašnje sredine do mišićnih vlakana. Kod drugih polipa i kod meduza postoji serija neurona postavljenih u epitelskom sloju, spojenih sa podepitelskim difuznim nervnim pleksusom, koji je u kontaktu sa kontraktilnim tkivom. Ovo predstavlja prvo ostvarenje nervnog plana u tri nivoa: jedna ćelija–primalac i jedna ćelija–izvršilac povezane intermedijarnim putem. Usložnjavajući se, ovaj plan ponavljaće se sve do čoveka, budući da je začetak centralnog nervnog sistema (CNS) ostvaren pregrupisavanjem intermedijarnih puteva u lanac ganglija koji će biti smenjen mozgom.

Da bih ilustrovao progresivno usavršavanje CNS, uzeću primer osetljivosti kože čiju je evoluciju rekonstruisao Bočer (Bowsher, 1976) na osnovu proučavanja današnjih kičmenjaka, od kojih je najstariji paklara. Kod ove agnatne ribe bez vilica krvni sudovi nisu prisutni u CNS, nervi su u direktnom dodiru sa spoljašnjom sredinom i sa unutrašnjošću tela. Senzitivni neuroni su jednostavni retikularni neuroni, oni isti koji su kod viših kičmenjaka u direktnom dodiru sa krvnom plazmom u nivou hipotalamusa. Kod riba postoji jedan jedini čulni sistem, retikularni sistem, povezan u mrežu, koji životinji pruža samo global-

ne senzacije, ali ipak dovoljne da je upozore i da dovedu do ponašanja prilagođenih životu u vodenoj sredini. Ovaj sistem, koji obuhvata mali broj neurona, dovoljan je da osigura preživljavanje. Pošto je prošao kroz prelazne forme, jedan deo retikularnih neurona kod viših kičmenjaka transformisao se u vrpčaste neurone. Ovaj drugi vrpčasti senzitivni sistem, pružajući veoma precizne i dobro lokalizovane senzacije, sastavljen je od velikog broja neurona povezanih u seriju. Ova fina i precizna opažanja su, naime, isto toliko neophodna za život na kopnu i u vazduhu kao što su to globalna upozoravajuća opažanja koja primaju retikularni neuroni. Poslednje evolutivno usavršavanje sastojalo se u uspostavljanju vrpčastih interneurona sa inhibitornom funkcijom koji, odstranjujući "šum", povećavaju specifičnost i preciznost čulnih informacija. Strukturne promene koje su se dogodile celini CNS tokom evolucije bile su praćene funkcijskim promenama, za koje ću pružiti samo jedan primer: povećanje brzine propagacije nervnog impulsa. Kod celenterata on napreduje brzinom od 0,1 do 1 m/s, dok u mijeliniziranim nervima viših životinja on može dostići brzinu od 100 m/s. Zahvaljujući nervnom sistemu, ponašanje životinja se menjalo, dok su koordinacija i integracija funkcija organizma postale harmoničnije. Uostalom, izgleda da je progresivno obogaćenje ponašanja dovelo do usložnjavanja i usavršavanja CNS, kao što dokazuje slučaj čoveka.

Neki autori smatraju da poslednju etapu evolucije predstavlja socijalizacija. Kao što višećeličnost dovodi do diferenciranja i specijalizacije ćelija, socijalizacija diferencira i specijalizuje jedinke koje međusobno integriše socijalna struktura.

ZAKLJUČAK

Prema mom mišljenju, onaj od koga bi se tražilo da označi najznačajnije etape tog dugog puta što vodi od prve manifestacije života do čoveka, mogao bi se zadržati na sledećem:

1) Na početku, pre 3,5 milijardi godina, pojavljuju se veoma male, progenske ćelije, čija rudimentarna genetička informacija nije izdvojena membranom, koje se direktno dele (bez mitotičkog vretena) i ne poseduju mitohondrije.
2) Pre 2,5 milijardi godina uspostavljen je enzimski sistem fotosinteze.
3) Pre 1,5 milijardi godina pojavljuju se krupne aerobne ćelije obdarene velikom unutarćelijskom pokretljivošću, snabdevene diploidnim jedrom okruženim membranama, ćelije koje poseduju mitohondrije, a kod bi-ljaka i hloroplaste, i najzad koje se razmnožavaju mitozom.
4) U istom periodu simetrija ćelijskih populacija narušena je njihovim razdvajanjem na muške i ženske ćelije. Nikada u dovoljnoj meri neće biti podvučen značaj uloge seksualnosti u evoluciji.
5) Pre oko 650 Mg, simbiozom velikog broja ćelija, uspostavljaju se višećelijski organizmi u okviru kojih se ćelije strukturno i funkcijski diferenciraju. Živi svet se deli na životinjsko i biljno carstvo.
6) Istovremeno uspostavlja se jedan nov način povezivanja sa sredinom: preko nervnog sistema.
7) Tokom stotinak milijardi godina svi krupni planovi organizacije definitivno su uspostavljeni, posebno kod kičmenjaka pre 430 Mg.
8) Kopno su prvo osvojile biljke, zatim beskičmenjaci, najzad kičmenjaci.
9) Insekti su osvojili vazduh pre 350 Mg, a ptice pre 130 Mg.

Evo nas na kraju opisa metamorfoze materije počev od eksplozivnog nastanka svemira. Dok su mehanizmi evolucije nežive materije predmet dosta opšteg konsenzusa, sa živom materijom, čija je evolucija uvek predmet pitanja i žestokih kontroverzi nije takav slučaj.

Na sledećoj tabeli ukratko sam sažeo neke od činjenica koje se odnose na evoluciju životinja, onu koja je dovela do obrazovanja razdela i klasa.

EVOLUCIJA

Vreme promena	Količina[1] slobodnog O_2 u atmosferi	Glavne promene tokom makroevolucije	Trajanje u Mg (intervali)
−130	100	Obrazovanje poslednje klase (ptice)	270 Mg
−430	60	Obrazovanje poslednjeg podrazdela (kičmenjaci)	300 Mg
−650	~20	Metazoe	800 Mg
−1.500	>1	Eukarioti i polno razmnožavanje	1.000 Mg
−2.500[2]	<1	Fotosintetski prokarioti	1.000 Mg
−3.500	0	Prokarioti	300 Mg
−3.800	0	Poreklo života?	600 Mg
−4.600	0	Obrazovanje Zemlje	400 Mg
−5.000		Obrazovanje Sunčevog sistema	

(1) U procentima sadašnje količine. Vrednosti preuzete od Klua (Cloud, 1983).

(2) Interesantno je zabeležiti da se oko 2.500 Mg naglo povećavala proizvodnja granita i da su se javile velike kontinentalne površine, tako da su se prvi kontinenti obrazovali između 1.500 i 1.000 Mg, razdvojili se oko 570 Mg, a da se Pangeja (spajanje kontinenata) ostvarila pre 280 Mg.

2

PROSTORNA ORGANIZACIJA ŽIVIH BIĆA

Da bi se razumela evolucija, neophodno je prvo pozabaviti se prividno trivijalnim predmetom odnosa između jedinke i njene okoline. Ovi odnosi nisu očigledni, jer za živo biće sredina ne predstavlja ono što nauka kao sredinu proučava, nego manje ili više obimnu celinu sastojaka čije osobine bi živom biću bile od nekog značaja. Dakle, pre interakcija koje ih ujedinjuju, treba odvojeno razmotriti spoljašnjost i unutrašnjost jedinke, i granicu koja ih razdvaja.

Sve žive jedinke, od bakterije do čoveka, odvojene su od sredine u kojoj žive. Ova dva prostora, spoljašnji i unutrašnji, razlikuju se radikalno. Unutrašnjost, to je *ja*, spoljašnjost je *ne–ja*. Budući da je otvoren, živi sistem iz spoljašnjeg sveta prima i uzima materiju, energiju i informaciju[1]. Budući da je zatvoren, on poseduje specifičnu organi-

---

[1] Za životinju, kao i za biljku, materija i energija takođe imaju informativni vid, jer one koriste samo onu materiju i

zaciju i manje ili više rasprostranjena ponašanja koja su mu svojstvena. Sve do sada pažnja je češće bila usmeravana ka otvorenosti nego ka zatvorenosti, sigurno relativnoj, ali ipak *odlučujućoj*.

SPOLJAŠNJOST, NE–JA

Spoljašnjost se može razmatrati sa dva stanovišta, sa stanovišta nauke i sa stanovišta jedinke. Ova dva stanovišta nisu istovetna. Za naučnika spoljašnji svet predstavlja predmet proučavanja, za živo biće on je uslov postojanja. Tu, dakle, postoje dva spoljašnja sveta, onaj koji opisuje nauka i onaj koji definiše živi entitet. Na istoj teritoriji spoljašnji svet je različit za pčelu i za zeca. Međutim, i jedno i drugo su podređeni istom neprekidnom protoku informacija; no, ni jedno ni drugo mu ne pridaju isto značenje. Svakome od njih samo jedan deo tog informacionog toka može biti upotrebljiv, onaj koji se nadmeće sa njegovim postojanjem. Korisne i korišćene informacije Pišo (Pichot, 1980) naziva signifikantnim. Druge informacije mogu biti dvojake vrste, one na koje živo čak nije osetljivo, na primer, radio–talasi koji neprekidno prolaze kroz atmosferu, i one informacije na koje je osetljivo, ali koje mu nameću neuobičajene i manje ili više prilagođene reakcije, jer nema načina da ih opazi, na primer, X-zraci jake doze; najzad, postoje informacije za koje zna da ne treba da ih uzme u obzir ili da treba da se od njih udalji. U funkciji sopstvene konstitucije živo, dakle, definiše svoju

---

energiju koje poseduju određene osobine; svetlost, na primer, za fotosintezu i gledanje, samo organsku materiju kod životinja koje su — shematski gledano — isključivo heterotrofi.

sredinu. Bakterije, koje su u maloj meri osetljive na gravitaciju, podređene su, za uzvrat, Braunovim kretanjima, kojima čovek izmiče, dok je na gravitaciju veoma osetljiv. U jednoj istoj sredini svaka vrsta definiše okolinu neophodnu za svoje preživljavanje. Zašto se zmije koje žive u travi nikada njom ne hrane? Zašto se ptice na drveću nikada ne hrane lišćem? Životinja, dakle, definiše svoju okolinu zaista u funkciji svoje organizacije. Dokaz za ovo pruža činjenica da naši čulni organi i CNS ne registruju nadražaje (svetlost, zvuke, itd.) kao što bi to radili fizički aparati, nego iz njih izvlače korisne informacije koje obrađuju u funkciji naših fundamentalnih potreba. Uho je, na primer, gluvo za fazne odnose među harmonijskim komponentama[2], a oko primećuje boje kao stalne, bilo koje da su varijacije osvetljenosti[3]. Naše oko poseduje samo tri tipa receptora za boje (crvenu, zelenu i plavu), dok ih oko ptica ima četiri. One, dakle, boje ne vide kao mi. Ovi primeri su dovoljni da dokažu kako ne posedujemo *predstavu* o fizičkim osobinama spoljašnjeg sveta, nego da, prema svojim potrebama, stvaramo posebnu sliku stvari. Ova činjenica u izvesnoj meri protivreči klasičnoj koncepciji percepcije.

Ne samo što živo biće definiše okolinu u funkciji svoje specifičnosti, ono takođe ima sposobnost da je promeni. Prokarioti prekambrijuma izmenili su lice zemlje i sudbinu života. Drveće danas menja atmosferu i zemljište, biljojedi svoje pašnjake, a čovek remodelira zemljište i vode, stvara svoj sopstveni materijalni i misaoni svet. Sredina, premda definisana živim entitetom koji tako svetu pruža koherentnost usklađenu sa sopstvenom, svojom raznolikošću i ne-

[2] Risset, 1986.
[3] Brou i sarad., 1986.

stabilnošću time ne vrši manje prinuda svake vrste. Takve su fizičko–hemijske prinude (temperatura, atmosferski pritisak, vlažnost, osvetljenost, priroda zemljišta, vrtlozi, itd.), od kojih su najsnažnije ekstremne temperature, nedostatak svetlosti, retkost voda, gustina sredine.

Ali, neke prinude takođe služe i održavanju povezanosti između sredine i živog bića. Ovu činjenicu ništa ne izražava bolje od postojanja bioloških ritmova koji usklađuju život i njegovu okolinu, budući da je ritmičnost jedno od fundamentalnih svojstava živih sistema i, između ostalih, Sunčevog sistema. U sebi, u svom centralnom nervnom sistemu, posedujemo biološke časovnike koji su se, tokom evolucije, uspostavili da bi naš život uskladili sa smenom dana i noći, sa mesečevim menama, sa godišnjim dobima. Kako je naš osnovni ritam bliži dvadesetpetočasovnom nego dvadesetčetvoročasovnom ciklusu, okolina je ta koja ih usklađuje i održava nas u skladu sa Sunčevim sistemom. Pored svakodnevnih cirkadijalnih ritmova, postoje i mnogo kraći ili duži ritmovi. Značajna je činjenica što ovi časovnici funkcionišu počev od embrionskog života, budući da ih majka usklađuje sa ritmovima sveta. Isto se tako ispunjavaju i biološke prinude: priroda izvora životinjske i biljne hrane, postojanje predatora, demografski pritisci koje vrše druge vrste ili jedinke iste vrste.

Najzad, spoljašnji svet je za živo predmet istraživanja i osvajanja. Poput svemira, i život na Zemlji teži ekspanziji. Sva živa bića u manjoj ili većoj meri teže da osvoje zemlju, vazduh i vodu sve do granica koje nameću njihova organizacija, dimenzije i priroda spoljašnjeg sveta.

GRANICA IZMEĐU SPOLJAŠNJEG I UNUTRAŠNJEG

Bilo da je jednoćelijsko ili višećelijsko, živo biće je uvek odvojeno od spoljašnjosti, od ne–sebe, manje ili više složenim, manje ili više čvrstim zaštitnim omotačem koji ponekad obrazuje, kao kod rakova, spoljašnji skelet. On štiti integritet životinje ili biljke, ploda ili semena od fizičkih napada ili svakog drugog faktora dezorganizacije. Ova zaštita, kao u srednjovekovnim utvrđenjima, osigurana je smenjivanjem opkopa, tim mnogobrojnijim što je organizam složeniji. Koža štiti celinu organizma, serozni ili fibrozni omotači okružuju organe, svaka ćelija je omeđena membranom koja, isto tako, igra ulogu u integraciji jedinke prenošenjem informacija; najzad, bar kod eukariota, riznica, genetičko nasleđe izdvojeno je od ostalog dela ćelije poslednjom membranom koja okružuje jedro. Ono na neki način predstavlja kulu utvrđenja. Zabeležimo da koža koja, u stvari, predstavlja najprostraniji telesni organ, označava granicu između sebe i ne–sebe, ne samo štiteći organizam od nekih fizičkih i hemijskih napada, nego intervenišući u zaštiti specifičnosti sebe, jer je jedan od elemenata imunološkog sistema[4]. Ova granica, pri svemu tome, ostaje otvorena zahvaljujući čulnim organima koji ostvaruju prenos, pretvaranje spoljašnjih informacija u unutrašnje informacije.

[4] Edelson i Fink, 1985.

UNUTRAŠNJOST, JA

Unutrašnjost organizma, to je prvo i pre svega *ja*, apsolutno jedinstven tkivni i humoralni identitet, jedinstven jer ne postoje dva ista genoma, sem kod jednojajčanih blizanaca. Taj identitet ispoljava se u činjenici što organizam ne može podneti da ga osvoje krupni molekuli koje prethodno nije uneo sistem za varenje. Kada bakterija, virus ili krupan strani molekul prodre u njega, organizam istog časa uključuje svoj odbrambeni sistem. Imunološki sistem, sa svojom dvostrukom ćelijskom i humoralnom polarnošću, sprečava da ne-ja izmeni integritet i specifičnost ja.

Humoralni i ćelijski imunološki sistem predstavlja pokretnu odbranu. Nepovratnim preuređenjem genetičke informacije B-limfociti proizvode antitela, do 100 pa i više miliona u jednoj istoj životinji, čime se ostvaruje čudesna ekonomija informacije. Ćelijski imunitet osiguravaju T -limfociti (ubice i/ili citotoksični limfociti) koji se ustremljuju na strane molekule i ćelije, a istovremeno regulišu imunološke odgovore. Sve ćelije imunološkog sistema međusobno komuniciraju preko hemijskih prenosilaca poruke, interleukina.

Protiv tkivnih transplantata ili stranih materija tkiva se brane putem (HLA) sistema Human Leucocyte Antigen, glavnog kompleksa histokompatibilnosti, sistema koji, u stvari, reguliše svaki imunološki odgovor. To su ustaljene odbrane organizma. Na nivou kože i mukoza suprotnost između sebe i ne–sebe potvrđuje se sa najvećim intenzitetom. Dok se, naime, veštačke proteze od sintetičkog materijala, dakle nežive, relativno dobro podnose (srčani zalisci, koštane i zglobne proteze), stvar ne stoji tako sa

transplantatima strane kože ili sa veštačkim umetnutim tkivom poput bubne opne.

Činjenica da su geni, koji preuređuju genetičku informaciju da bi proizveli veliku raznolikost antitela, ontogenetski i filogenetski potekli od onih gena koji su uključeni u diskriminaciju ja i ne-ja, znači da je prepoznavanje sebe nužno prethodilo prepoznavanju ne-sebe[5]. Prepoznavanje sebe, bez učešća nervnog sistema, smatralo se šestim čulom. Prema Trufa-Bakiju (Truffa-Bachi) i Leklerku (Leclerc) (1986), imunološki sistem ne bi imao samo odbrambene uloge nego bi takođe igrao ulogu i u unutrašnjoj ravnoteži organizma. Sigurno da specifičnost ja nije, dakle, igrala zanemarljivu ulogu u evoluciji, omogućavajući životu da se nastavlja. Imunološki sistem neprestano održava ravnotežu između započinjanja i zaustavljanja svog odgovora, s jedne strane, a sa druge između svog odgovora koji dobija ne-ja i svog ne-odgovora koji dobija ja. No, sa starenjem ova ravnoteža teži da bude poremećena.

ORGANIZOVANJE U NIVOE I HIJERARHIJA

Pojam hijerarhije, u tako svakodnevnoj upotrebi, opasan je i zahteva opreznost, jer čak i u figurativnom smislu on podrazumeva da organizacija ima normativan karakter, drugim rečima da je jedan nivo viši od drugog, što zaista iskazuje definicija hijerarhije koju je formulisao Laland (Lalande, 1976): "Svaka serijska podređenost lica, činjenica ili ideja, takva da svaki pojam serije po jednom normativnom karakteru biva viši od prethodnog." U ovoj definiciji najvažniji pojam je *podređenost*, subordinacija,

---

[5] Rougeon, 1986.

koja podrazumeva oprečne parove kakvi su autonomija-zavisnost, autoritet–pokoravanje. Treba takođe razmotriti kvalifikativ *serijski*. No, pokazaću da on ništa ne znači i da ukoliko u živom hijerarhije postoje, one su isprepletane. Ukoliko nam u prirodi sve izgleda hijerarhizovano, to je bez sumnje zato što smo, već hiljadama godina, navikli da živimo u hijerarhizovanom društvu.

No, pojam hijerarhije osim toga podrazumeva da je podređenost orijentisana samo u jednom smeru: vojnik je uvek podređen generalu, a ne obrnuto, što u živom biću nije slučaj. Osobine makromolekula zavise od osobina molekula, koje zavise od atoma... Isti je slučaj u CNS čije osobine zavise od osobina neurona. Podređenost se, doista, tokom filogeneze ostvarila u smeru suprotnom od onog smera za koji se u organizmu pretpostavlja da postoji. Ako podređenost postoji u oba smera, struktura nije hijerarhizovana u striktnom smislu tog pojma, i korišćenje te reči postaje pogrešno. Ova diskusija nije suvišna i neumesna, jer se dotiče samog principa organizacije živog. Isključivo hijerarhijska organizacija bila bi pravolinijska i deterministička, posedovala bi rigidnost i inertnost nekompatibilne sa životom, ne bi mogla da preživi neprekidno kretanje i menjanje a da se ne raspadne i zahtevala bi prekomernu količinu informacije samo da bi razvrstala 10 do 100 milijardi neurona. Ovo su razlozi zbog kojih je Kapra (Capra, 1984) predložio da se pre govori o *stratifikovanom redu*. Što se mene tiče, sugerisao bih da se govori o *lestvici*, o lestvičastoj ili skalarnoj[6] strukturi.

[6] Izvinjavam se matematičarima koji ovom pridevu pridaju precizan smisao, ali, po meni, on ima prednost da, suprotno *vektoru*, sugeriše sliku lestvice vrednosti, nezavisno od bilo ka-

Čak i pojam nivoa, tako svakodnevan, istovremeno "subjektivan" i "objektivan", subjektivan kada ga definiše posmatrač, objektivan za sâmo živo biće, nije mnogo jasan. Kako ga onda opisati i objasniti drukčije do jednim metajezikom? Kao što je Moreno (1986) pokazao u vezi sa genetičkim sistemom, jedini način da se teškoća — koja u fizici postoji samo u slučaju veličine — izbegne, jeste da se živi sistem, samostvaralac i samoorganizator, opiše na dva načina, spoljašnje-eksperimentalno i logički–formalno. U prvom slučaju konstitucija sistema i genetičkog kôda proučavana je empirijski, u drugom se analizira samoreferentni sistem. Formalna istraživanja Fon Nojmana (Von Neumann) pokazala su, uostalom, da sistem, da bi bio samostvaralački, mora sadržavati univerzalnog graditelja (sistem udvajanja, prenošenja i prevođenja, nezavisan od prirode sekvenci DNK i RNK), opis samog sebe (nizove nukleotida) i svojih proizvoda, proteina, čije funkcije ovog puta zavise od prirode nizova amino–kiselina. U bilo kom opisu nivoa ova dva komplementarna gledišta moraju se razlikovati.

Određivanje empirijskih nivoa nije jednostavna operacija jer, ukoliko je svaki organizam sistem sistema, u kome je filogenija relativnu linearnost zamenila bezbrojnim sponama i grananjima, moraju se uzeti u obzir različiti sistemi nivoa. Najtrivijalniji nivoi (atomi, molekuli, itd.) već su postavljeni na visok stepen apstrakcije i opštosti. U slučaju posebnog sistema, kakav je CNS, nerazdvojivog od difuznog neuroendokrinog sistema, unutrašnje povezivanje sistema i podsistema stvara takvu složenost da lepa

kve ideje pravca. Onda, zašto se ne vratiti etimologiji: *scala, ae* ili *scala, arum*: lestvica, stepeni stubišta, sprat.

uređenost u nivoe teži da iščili. Najzad, ako se bavimo funkcijom nivoa, kao što je to u slučaju genetičkog sistema radio Hofšteter (Hofstadter, 1986), situacija ostaje isto tako zamršena. Sa informacionog stanovišta, naime, ovaj sistem mora podrazumevati postojanje jezika, programa, podataka, interpretatora i procesora. No, zahvaljujući svom samostvaralačkom karakteru, sistem je obavezno zatvoren u samog sebe, tako da informacija kruži u dva smera, od DNK ka proteinima i *vice versa*. Dezoksiribonukleinska kiselina istovremeno predstavlja jezik, program i podatke; par RNK–ribozomi istovremeno igra ulogu interpretatora i procesora, a proteini se mogu posmatrati kao program i podaci ili kao interpretator i procesor. Priroda, dakle, ne poznaje naše distinkcije i naša rastavljanja na delove, što je, ipak, nužno za napredak saznanja.

Ovo, međutim, zahteva formalizovanje podataka i predstava, rad u tačnim teorijskim okvirima, kao što je to učinio Atlan (1984) u vezi sa problemom povezivanja nivoa. Postavljajući se u okvir formalizma Šenonove (Shannon) teorije informacije, on beleži da ukoliko se elementi koji čine svaki nivo, strogo uzevši, mogu uočiti, sa povezivanjem nivoa nije isti slučaj, i da, sledstveno tome, "značenje koje se nužno prenosi sa jednog nivoa na drugi za posmatrača ostaje nepoznato" (str. 1054), dok u biologiji ono igra središnju ulogu, jer predstavlja efekat informacije na primalačku strukturu. A ukoliko se samoorganizacija opiše kao korišćenje "šuma" da bi se stvorila funkcijska složenost, to nas "vraća na opisivanje novih — još nepoznatih — značenja u informaciji prenesenoj sa jednog nivoa na drugi (*ibid.*). Drukčije rečeno, ono što posmatrač naziva organizacionom slučajnošću predstavlja stvaranje značenja u unutrašnjosti sistema; ovo se tumači činjeni-

com da svaku promenu nivoa u organizacijama karakteriše "logičkim svojstvom", to jest da ono što predstavlja razlikovanje i razdvajanje u jednom nivou postaje ujedinjavanje i spajanje na nekom višem nivou, i to je tačno ne samo kada je reč o organizmima nego takođe važi i za taksonomske nivoe ili sve druge nivoe organizacije. Na jednom istom nivou elementi se jedni od drugih razlikuju, a ujedinjuju ih zajedničke osobine ili karakteristike; na nižem nivou pojavljuju se drugi elementi u okviru kojih je ono što se prethodno moglo razlikovati postalo izmešano. "Osobine razdvajanja" postale su "osobine ujedinjavanja". Ovo je relativno trivijalno. Manje trivijalan je odnos između transformacije razdvajanje/ujedinjavanje (promena znaka) i pojava novih osobina pri svakoj promeni nivoa: fizičkih osobina atoma, hemijskih osobina molekula, bioloških osobina ćelija, itd. Ovo je samo apstrakcija, jer je nemoguće istovremeno, sa istom preciznošću, posmatrati sve nivoe. A kako se u samom sistemu obavlja povezivanje nivoa? To ne znamo sve dok se ne pojave nove tehnike i neka nova disciplina, poput molekularne biologije koja se umetnula između hemijskog i biološkog nivoa, obrazujući tako dva nova mesta povezivanja. No, ovaj postupak samo odgađa problem. Od njega, međutim, zavisi dublje razumevanje odnosa između celine i delova živog sistema.

CELINA I DELOVI

"Budući da su sve stvari uzrokovane i da uzrokuju, da posredno ili neposredno bivaju pomagane i da pomažu, i da se sve međusobno održava prirodnom i neprimetnom vezom koja spaja najudaljenije i najrazličitije, smatram,

dakle, nemogućim poznavanje delova bez poznavanja celine, kao ni poznavanje celine bez posebnog poznavanja delova" (Paskal, *Pensées*, str. 1110).

Uprkos Paskalovom upozorenju, nauka je, počev od XVII veka, više pratila put na koji je ukazao Dekart (Descartes) sugerišući da se celina razloži na delove. Treba priznati da se sve do sada taj put pokazao kao krajnje plodonosan, dok su holističke vizije srednjeg veka dokazale svoju malu heurističku moć. Međutim, idući uvek sve dalje u analizi, i razgrađujući organizam sve dublje, do molekulskog nivoa, istraživač napokon zaboravlja ukupnost i prisne veze delova među sobom i sa celinom. Svakome je, međutim, dobro znano da se jedina metoda sastoji u ispitivanju svih nivoa organizacije i u njihovoj dvosmernoj integraciji. No, lakše je koristiti metode analitičkog pristupa, koje su moćne i potpuno lutajuće, nego se pozivati na metode svojstvene sistemskom gledištu koje se još razrađuju. Jednom će doći dan kada će, po samoj sili stvari, svaka istraživačka ekipa imati dvostruki polaritet i obuhvatati i analitičare i one koji imaju sistemski pristup.

Ne treba prikrivati činjenicu da teškoće rastu čim se žele izraziti lokalna međudejstva i globalna dinamika jednog dela organizma, ne računajući da se isto tako moraju imati na umu međudejstva jedinke i njene kosmičke, fizičko-hemijske, biološke, psihičke i društvene sredine. Na ćelijskom nivou sve lokalne interakcije su fizičko-hemijske prirode, ali one pokazuju veoma različite stepene složenosti, koji se jedino mogu zamišljati[7]. U slučaju interakcija koje su precizno poznate, uvek je dozvoljeno predstaviti ih deterministički, predskazati ih i prikazati u vidu

---

[7] Atlan, 1979.

modela. Međutim, čak i u najjednostavnijim slučajevima, linearno kauzalni opis je retko adekvatan, jer je jedna interakcija uvek ide u paru sa drugom. Na višem stupnju složenosti, mreža hemijskih reakcija udružena je sa procesima transporta, u kojima difuzija molekula učestvuje istovremeno sa drugim mehanizmima, i odakle potiče naziv "hemijsko-difuzione mreže". Drugde procesi "fluktuacionog reda"[8] dovode do toga da neravnotežni molekulski sistemi evoluiraju ka oscilujućim stanjima čije se krajnje stanje ne može predvideti. Postoje takođe vrtložni aperiodični sistemi koji predstavljaju mešavinu reda i dezorganizacije. Najzad, situacija je ponekad takva da biolog, čak i kada se radi o lokalnom sistemu, praktično ništa ne zna: to je slučaj sa maksimalnom složenošću u koji treba uključiti teoriju samoorganizacije. Kao što Atlan (1979) kaže, metodi predstavljanja dinamičkih sistema složenih poput ćelijske organizacije "osciluju između veoma sugestivnih, ali čisto kvalitativnih slika i sistema jednačina koje dozvoljavaju kvantitativnu numeričku analizu, ali čija logika obično nije u većoj meri očigledna" (str. 109). Da bi prividno ublažio ovu dvostruku poteškoću, Kačalski (Katchalsky) je stvorio "termodinamiku mreža", savršeno primenljivu na mehanizme kontrole i regulacije koje postojanje nelinearnih sistema, u kojima se koncentracije supstancija, spojeva ili stanja neprestano menjaju, čini veoma složenim. Probabilistički automati[9] bez sumnje će nam isto tako pomoći da bolje shvatimo kako jedan očevidan nered može stvoriti organizovanu strukturu. Doista, eksperimenti ostvareni automatima pokazuju da oni, uprkos

---

[8] Prigogine.
[9] Milgram i Atlan, 1983.

slučajnim uslovima svog funkcionisanja, mogu steći izvesnu stabilnost. Ove eksperimente treba uporediti sa Vajsovim (Weiss, 1970) eksperimentima u kojima veštački fragmentisana mitohondrija, uprkos pomalo različitoj reorganizaciji, spontano ponovo stiče svoju funkciju.

Lestvice nivoa organizacije pokazuju da se nestabilnost i neodređenost smanjuju od nižeg ka višem nivou. Slučajne fluktuacije značajne su na nivou atoma, dok su promene sporije i postupnije na nivou celog organizma. Varijansa celine, kao što kaže Vajs, manja je od zbira varijansi delova. "Međuzavisnosti sastojaka u toj meri se usko povezuju u tkivo da je svako odstupanje jednog od njih ... uravnoteženo rezultantom istovremenih odstupanja svih drugih sastojaka."[10] Slučaj i organizacija nisu protivrečni.

Ako je komplementarnost slučajnog i determinisanog, promenljivog i ponovljivog, nestabilnog i stabilnog... vidljiva već na lokalnom unutarćelijskom i vanćelijskom nivou, još je izraženija na globalnom nivou jer, kao i jedinstvo i jedinstvenost jedinke, predstavlja sâm uslov života. To stanje stvari bolje izražava Vadingtonov (Waddington) homeorezis od homeostazisa Kloda Bernara (Claude Bernard). Ipak, u održavanju ove globalne dinamike izgleda da četiri tipa sistema imaju povlašćenu ulogu. To su genetički sistem, nervni, centralni i difuzni neuroendokrini sistem, imunološki sistem, sistem za disanje i varenje i krvni sistem, i, najzad, Sunčev sistem. Genom, striktno određen, posebno stabilan, definiše ciklus života i svojim prisustvom u svim ćelijama, svojom delokalizacijom, održava jedinstvo. Na modelu fragmenta holograma, on je u svakoj ćeliji predstavnik celine. Nasuprot tome, nervni si-

[10] Weiss, 1971, str. 108.

stem je u svom funkcionisanju relativno savitljiv. Osiguravajući povezivanje sa okolinom, on reguliše i kontroliše funkcije organizma. Endokrini sistem, koji je sa njim blisko povezan, takođe sa lakoćom osigurava koheziju celine, upućujući svoje hemijske poruke čas jednom organu čas brojnim organima, kao u slučaju angiotensina 2 koji čas deluje na mozak, na simpatički sistem, na hipofizu, čas na srce i arterije, nadbubrežne žlezde i bubreg[11]. Značajno je, uostalom, to što su mnogobrojni hormoni istovremeno i neurotransmiteri. Imunološki i sistem, kao što smo videli, branilac je specifičnosti živog bića. Sistemi za disanje i varenje odgovorni su za dovođenje materije i energije. Što se cirkulatornog sistema tiče, on materiju i energiju, kao i sve informacije koje ne koriste neuronski put, raspoređuje sve do ćelijskog nivoa. Smenjivanjem dana i noći i promenama godišnjih doba, Sunčev sistem, najzad, određuje mnogo-brojne funkcijske periodicitete koje analizira hronobiologija.

Kako održati jedinstvo i stabilnost jednog sistema bez jedne ili većeg broja memorija? Tri memorije deluju bar kod višećelijskih organizama. Genom funkcioniše kao memorija vrste i specifičnosti sebe, centralni nervni sistem kao memorija jedinke, koja takođe određuje posebnosti njene istorije, a imunološki i sistem kao pamćenje stranih nasrtaja na ja. U svetu koji je neprekidno u kretanju i menjanju, sadašnjost se tako neprestano poredi sa prošlošću, a ja sa ne–ja. Genom je zato bez sumnje stabilan, a neuroni, bar kod kičmenjaka, umiru sa jedinkom čak i kada obnavljaju svoje sastojke[12]. No, da bi se prilagodio ne-

[11] Cantin i Genest, 1986.
[12] Rakić, 1985.

sigurnostima života, centralni nervni sistem je obdaren *plastičnošću*, isto tako kao što su geni odgovorni za beskrajnu raznolikost antitela.

Kao fundamentalni uzročnici nepromenljivosti i jedinstva celine i delova ipak ostaju genom i CNS. Ove struktúre su možda zato posebno zatvorene i zaštićene. Genom je od sredine odvojen kožom, omotačima organa, membranama ćelije i jedra. Centralni nervni sistem je od okoline zaklonjen zahvaljujući čulnim organima, lobanjom i pršljenovima, koji od njega čine jedini organ koji poseduje egzoskelet, i, najzad zahvaljujući moždanim ovojnicama i cefaloarahnoidnoj tečnosti. Ova dva velika ujediniteljska sistema pri tom deluju u različitim uslovima. Genom deluje na decentralizovan način jer je raspoređen u svim ćelijama, dok je CNS, zahvaljujući svom jedinstvenom organu, mozgu, centralizator. Da li će nadmoćnost genoma i CNS dozvoliti da se održi metafora hijerarhije kada se govori o dvovlašću kakvo je postojalo u Sparti? Ne mislim tako, ne samo zato što postoje kontrolne i regulatorne spone između proteina i DNK i između centralnog i perifernog nervnog sistema nego i zato što su putevi komunikacije uvek istovremeno uređeni, i paralelno i u seriji, i zato što stroga serijalnost predstavlja drugi uslov hijerarhije. Bilo kako bilo, kada je o složenosti živog bića reč, celina njegovih struktura i sinergičkih funkcija i njegovih unutrašnjih prinuda određuje njegovu unutrašnju koherentnost i jedinstvo celine i delova. Treba dakle oprezno koristiti pojam hijerarhije i zaboraviti Šekspirovog (Shakespeare) Menenija[13] koji priča bajku o udovima (građa-

[13] *Koriolan*, I, 1.

nima) i trbuhu (Senatu) da bi umirio pobunjenike i ponovo uspostavio ugroženu hijerarhiju.

USPOSTAVLJANJE PARA UNUTRAŠNJOST-SPOLJAŠNJOST, JA I NE-JA

Ako je materija evoluirala ka sve složenijim i sve samostalnijim sastojcima, to je bilo zbog etapnog obogaćenja interakcije spoljašnjeg i unutrašnjeg. Spoljašnjost su za atomska jezgra predstavljale energetske prinude i elektroni; atomima su to bili drugi atomi, sa kojima su obrazovali molekule, i tako redom, sve do izdvojenih ćelija koje su bile prvi entiteti "zatvoreni" omotačem, ali isto tako i "otvoreni", budući da je ćelijska membrana polupropustljiva. Dozvoljeno je, dakle, govoriti o uspostavljanju para putem "otvaranja-zatvaranja", i posmatrati njegovu evoluciju. Njegova priroda pre svega zavisi od stepena složenosti sistema i upravlja stepenom samostalnosti, budući da se složenost i samostalnost uvećavaju paralelno.

Uspostavljanje para živo biće-sredina, po Darvinu i neodarvinistima obavlja se pre svega otvaranjem, jer mutacije i prirodna selekcija na prvom mestu predstavljaju posledice delovanja sredine. Suprotno, po Lamarku, Pijažeu (1976) i Vareli (1983), uspostavljanje para na prvom mestu obavlja se zatvaranjem, jer ono što tome prethodi jesu ponašanja živog upravljena ka sredini. U stvari, sve je interakcija i povezivanje putem zatvaranja-otvaranja. Ostaje da se sazna da li su interakcije simetrične, ekvivalentne, ili posledica zatvaranja nije otvaranje. Pre nego što se krene dalje, treba tačno odrediti smisao koji, po meni, imaju ova dva pojma, jer su stvari u najmanju ruku složene.

Da bih ukazao na pravac svoje misli, prvo ću pružiti nekoliko ilustracija. Kod živog sistema, apsolutnom zatvaranju trebalo bi da odgovara nulti broj izlaznih i ulaznih vrata, što je očigledno apsurdno. Pile u jajetu pruža sliku živog sistema sa maksimalnom zatvorenošću. Ono prima samo kiseonik i toplotu, a, pri kraju izleganja, i zvuke. Ono ne deluje na spoljašnjost, izuzev pred samo izleganje, kada odaje zvučne signale. Jedan drugi model bio bi model lavirinta. On poseduje samo jedna vrata za ulaske i izlaske, ali unutrašnjost čine mnogobrojni i složeni isprepletani putevi. Bez Arijadne, Tezej bi u njemu sasvim sigurno izgubio život. Suprotno tome, minimalno zatvaranje jednog živog sistema podrazumeva ili samo jedna vrata za ulaske i izlaske, ili jedan put izlaska, jedan intermedijaran put i jedan put ulaska, a kruženje bi se obavljalo jednosmerno. Prvi slučaj podseća na sunđere, drugi na polipe i meduze, organizovane poput sela uređenog duž glavnog puta. Više životinje bi pre ličile na zamišljeni srednjovekovni grad, zatvoren zidinama. On komunicira sa svetom preko većeg broja vrata koja se noću zatvaraju, a u svom okrilju nudi lavirint jednosmernih ulica u kojima se odvija živa trgovačka i zanatska aktivnost.

Otvaranje. – Reč prvo treba razmotriti u njenom pravom značenju. U "otvoreni" živi sistem "ulaze" materija, energija i informacija, a "izlaze" otpaci, odgovori na poruke koje upućuje sredina i poruke upućene sredini. Neke metazoe imaju samo jedan otvor za ulaske i izlaske[14] (nedostatak unutrašnje duplje, celoma), ali mesta ulaska i iz-

[14] Pod ulazima i izlazima treba podrazumevati čas lokalizaciju jednog otvora čas ono što ulazi i izlazi iz sistema. Ponekad su čak oba smisla pomešana.

laska najčešće su različita. Otvor ili otvori preko kojih prodiru vazduh i hrana u svakom slučaju mogu istovremeno poslužiti za odavanje zvučnih poruka. Za trenutno preživljavanje najznačajniji su ulazi za vazduh i hranu, ali za uspostavljanje para između živog organizma i sredine to su poruke upućene čulnim organima. Otpaci izlaze preko jednog ili više puteva ekskrecije. Odavanje poruka koristi poprečno-prugastu muskulaturu i iskazuje se ponašanjem.

Zatvaranje. – Ono je mnogo složenije. Treba reći da je jedan sistem bar delimično zatvoren čim selekcioniše, kontroliše i reguliše ulaske i izlaske; drugim rečima, kada su oni aktivni, što je slučaj u svim živim sistemima. Osim toga, činjenica da živo biće potpuno transformiše prirodu ulazaka da bi ih učinilo kompatibilnim sa sobom (Pijažeova asimilacija), da ih integriše i/ili skladišti, što pretpostavlja unutrašnju reorganizaciju (Pijažeova akomodacija), predstavlja drugi kriterijum zatvaranja. Najzad, činjenica da sâmo razrađuje ponašanja koja zaista zaslužuju kvalifikativ *sopstvena* i da ih obeležava pečatom svoje specifičnosti predstavlja treći kriterijum zatvaranja. Zatvaranje, dakle, ima dvostruku funkciju. S jedne strane, ono omogućava da se obrađuju, skladište i koriste ulasci, uz razradu, u okviru CNS, izlazaka. S druge strane, ono održava unutrašnju koherentnost i štiti specifičnost ja. Ove funkcije ispunjava sa evolutivnog gledišta manje ili više složena organizacija, koju karakteriše povećan broj nivoa zatvaranja, broj povezivanja funkcija među sobom, broj kontrola i regulacija. A pre svega, ona se nalazi na izvoru samostalnosti koja živom biću, kako je insistirao Vendrijes (Vendryes, 1973), pruža mogućnosti da uđe u "slučajne odnose" sa spoljašnjom sredinom.

Uspostavljanje para. – Kako je razlika između uspostavljanja para otvaranjem i uspostavljanja para zatvaranjem ustanovljena, ostaje da se razreše dva problema. Kako procenjivati, makar grubo, odnos između jednog i drugog u organizmu? Da li se taj odnos između dva tipa parova menjao tokom evolucije, i u kom smislu? Kako CNS predstavlja centralni organ kontrole i regulacije, sugerišem da se, čak i aproksimativno, meri broj ulaznih i izlaznih neurona (otvaranje) i broj intermedijarnih neurona koji osiguravaju asimilaciju-akomodaciju ulazaka i obrađuju izlaske (zatvaranje). Nauta i Fajertag (1979) su tu procenu napravili kod čoveka. Po toj proceni 0,02% neurona bilo bi namenjeno uspostavljanju para otvaranjem, a 99,98% namenjeno uspostavljanju para zatvaranjem:

$$\frac{\text{Broj intermedijarnih neurona}}{\text{Ukupan broj neurona}} \times 100 = \frac{\text{Uspostavljanje para zatvaranjem}}{\text{Ukupno uspostavljanje para}} \times 100 =$$

Uspostavljanje para zatvaranjem u procentima u odnosu na ukupno uspostavljanje para, ili procenat zatvaranja. Ne krijem da ovo gledište ostaje teorijsko i aproksimativno.

Ako bi jedan živi sistem u većoj meri uspostavio par otvaranjem nego zatvaranjem, njega bi preplavili ulasci koji se ne mogu kontrolisati i brzo bi se dezorganizovao. Može se dakle postaviti odnos:

Uspostavljanje para zatvaranjem $\geq$ Uspostavljanje para otvaranjem.

EVOLUCIJA PAROVA

Mono je proteinima pripisao kognitivnu funkciju vezanu za njihove stereospecifične osobenosti, jer se oni mogu sretati i spajati zahvaljujući svojim aktivnim mestima. To je bila samo predstava o proteinima, jer se o parovima može govoriti jedino kod samostalnih sistema. Jednoćelijska bića predstavljaju sisteme kod kojih je uspostavljanje para jednostavno. Broj ulaza i izlaza redukovan je na minimum neophodan za elementarne vitalne funkcije. Za njih je sredina veoma ograničena. Njima su potrebni samo elementi i informacije koji se ne menjaju mnogo, jer nemaju specijalizovane organe; dakle, malo otvaranja i zatvaranja, ravnoteža između dva načina uspostavljanja para koja olakšava brzo prilagođavanje unutrašnjeg na spoljašnje u smislu održavanja unutrašnje koherentnosti i specifičnosti. Podrazumeva se da je to prilagođavanje ograničeno. Nedovoljnost zatvaranja prokariota prekambrijuma možda objašnjava njihovu veoma dugu stagnaciju. Da vidimo sada kako ovi elementi zatvaranja, koje predstavljaju anatomija, odbrambeni sistem i nervni sistem, evoluiraju.

Anatomija sunđera pokazuje da ove životinje nisu stvarno zatvorene. Njihova duplja široko komunicira sa spoljašnjošću preko kanala. Kod bodljokožaca, celomska duplja samo periodično komunicira sa morem, a unutrašnja sredina je bogatija proteinima od spoljašnje sredine. Na jednom razvijenijem stupnju evolucije nestala je direktna komunikacija između dve sredine. Na nivou zglavkara, krv se širi celomskom dupljom, ali kod crva i kičmenjaka pojavljuje se zatvoren krvni sistem, zatim se kod kičmenjaka i glavonožaca pojavljuje srce. Evolucija se, dakle, obavlja u smislu sve veće diferencijacije spoljašnjeg

i unutrašnjeg, sve većeg pregrađivanja unutrašnjosti. Zabeležimo da prelazak na homeotermiju isto tako označava uspostavljanje para zatvaranjem.

Sa *imunološkim sistemom*, čiju je evoluciju proučavao Kuper (Cooper, 1979), isti je slučaj. Ovaj sistem svedoči o krajnjem zatvaranju, na neki način, o nemogućnosti uspostavljanja para, jer je njegova funkcija da ja sačuva specifičnost. Ako je prva etapa imuniteta prepoznavanje ja, zatim ne–ja, nju su prebrodile praživotinje. Što se tiče složenih odgovora (tkivni imunitet) koji dovode do odbacivanja stranih transplantata, a predstavljaju drugu etapu, oni se samo delimično primećuju počev od dupljara (hidre, korali, itd.) koji su, uostalom, snabdeveni veoma jednostavnim nervnim sistemom. Treću etapu karakteriše proizvodnja supstancija prisutnih u cirkulaciji, koje su sposobne da neutrališu antitela. Bila je prebrođena u dva koraka, prvo kod beskičmenjaka koji su najviše evoluirali, zatim kod kičmenjaka jedinih proizvođača antitela u obliku imunoglobulina koje sintetišu B-limfociti. Ukratko, tri činioca našeg imunološkog odgovora – makrofagi, T i B-limfociti – pojavili su se postupno tokom evolucije: prvo makrofagi, prisutni već kod dupljara, potom T-ćelije i, mnogo kasnije, B-ćelije.

Što se tiče *nervnog sistema*, na čiju sam evoluciju već ukazao, može se reći da ga bič protista unapred oblikuje, a da se tek kod metazoa pokretljivost i osetljivost razdvajaju da bi potom trpele promene, i da je CNS uvek taj koji blisko kontroliše ulaze i izlaze.

Posebno pogodnim za proučavanje odnosa između dva načina uspostavljanja para[15] pokazuje se sistem vida i ja-

[15] Imbert, 1983.

sno objašnjava kako, na nivou samih ulaza, zatvaranje odnosi prevagu. Sto šezdeset miliona receptora mrežnjače osetljivo je u granicama vidljive svetlosti na elektromagnetne talase (fotone), koje transformiše u električne signale. No, 160 miliona tačkastih informacija, pre svega u nivou optičkog nerva, svodi se na milion poruka. U mrežnjači istovremeno postoje filtriranje i kompresija (zatvaranje) informacije. Pored toga, svaka vrsta ne vidi svet takvim kakav on jeste, nego u skladu sa svojim potrebama, definišući tako svoju sredinu. Najmanje specijalizovan vid imaju viši sisari. U CNS vidna informacija se "asimiluje" i "akomodira" u skladu sa specifičnošću subjekta koji je suočen sa onim što već poseduje u memoriji. Sledstveno tome, percepcija je u većoj meri aktivna nego pasivna. Da bi poruke okoline bile posebno razvrstane, sistem vida mačeta zahteva da svetlosnom nadražaju mrežnjače bude pridružena motorna aktivnost koja se odražava na mozak[16]. Pripadnik naše vrste, podvrgnut inverznim prizmama, svet vidi naopako, vertikalno ili horizontalno, ali on dosta brzo opet pronalazi normalnu sliku, pod uslovom da se obavi voljna aktivnost, ne samo očiju nego i čitavog tela. To je navelo Žaneroa (Jeannerod, 1983) da kaže: "Nije okolina ta koja podstiče, oblikuje ili otkriva nervni sistem. Naprotiv, subjekt i njegov mozak su ti koji ispituju okolinu, malo pomalo je naseljavaju i na kraju njom gospodare" (str. 203). U jednom drugom obliku Vandel (1968) je govorio da je percepcija bez pokreta nekorisna, a da bez percepcije pokret više nema značenja.

Iz ovog skupa činjenica, preko kojih sam brzo prešao, dozvoljeno je zaključiti da je evolucija uspostavljanja para

[16] Imbert, 1979, 1982.

jedinka–sredina obeležena rastućim jačanjem uspostavljanja para zatvaranjem, koje ide zajedno sa usložnjavanjem živog sistema. Ali, ne treba zaboraviti da se, u apsolutnoj vrednosti, takođe toliko pojačava i uspostavljanje para otvaranjem, jer su percepcije viših kičmenjaka beskrajno bogatije od percepcija beskičmenjaka. Subjekt obogaćuje svoju sredinu dajući joj, kako evolucija teče, uvek sve više značenja. Ove konstatacije dovode do jednog paradoksa. Što je živo biće samostalnije, to u većoj meri zavisi od sredine od koje zahteva uvek sve više informacija. Njegova samostalnost je osigurana njegovim zatvaranjem, unutrašnjom koherentnošću i sopstvenim ponašanjem; njegova zavisnost je povezana sa rastom njegovih potreba, ne toliko u pogledu materije i energije koliko informacije. Ove potrebe su kod čoveka toliko velike da je on stvorio instrumente sposobne da osete ono što izmiče njegovim čulima. Najsamostalnija bića, zato što su najzatvorenija, istovremeno su najzavisnija jer su najotvorenija. Od bakterije do čoveka, samostalnost je srazmerna zavisnosti. Nikada nema autonomije bez zavisnosti.

PROBLEM INTENCIONALNOSTI

Posle onog što je rečeno o ja, unutrašnjoj koherentnosti i sopstvenim ponašanjima, postavlja se problem intencionalnosti, u vezi sa kojim se Lamark i Darvin nisu slagali, jedan dajući prednost ponašanju životinja, a drugi sredini.

Intencijom se može smatrati pojava težnje ka nekom cilju, a ciljem se može smatrati težnja da on bude dosegnut. *Intencionalnost*, dakle, karakteriše ponašanje i njegov cilj. Atlan (1986 *b*) je nedavno postavio pitanje poznavanja nivoa složenosti počev od koga možemo da govorimo

o intencionalnom ponašanju, o izboru, projektu; u proučavanju ponašanja životinja antropomorfizam uvek predstavlja opasnost. Nekoliko primera, slučajno uzetih, omogućiće da se shvati problem. Veštačka probabilistička mreža[17], koja se na početku nalazila u homogenom slučajnom stanju, na kraju dovodi do pojave samoorganizatorskih osobina, proizvodeći u podoblastima, bilo stabilnim bilo oscilujućim, strukturirana stanja[18]. Posmatrač koji nije upozoren na probabilistički karakter mreže verovaće da je bila programirana, da je intencija, namera, prethodila funkcionisanju.

Gledajući amebu koja upućuje pseudopodiju u pravcu plena, ili spermatozoid koji prodire u jajnu ćeliju, niko neće videti intencionalnost. Ali, posmatranje larve nekog od vodenih moljaca (primitivni insekti neuroptere), zatvorene u kućicu koja je, zavisno od vrste, ispunjena nekim materijalom (peskom, grančicama...), izazvaće oklevanje. Ona je doista sposobna da promeni materijal, da pomoću neobičnog materijala i na različite načine popravi svoju oštećenu kućicu. No, ova velika plastičnost ponašanja nije u dovoljnoj meri u skladu sa njenim rudimentarnim CNS[19]. Ponašanje australijskih ptica baštovanki nazvanih

[17] Reč je o relativno jednostavnim mrežama koje se sastoje od međusobno povezanih elemenata, od kojih svaki od svojih suseda prima i šalje im po dva priključka. Svaki element može imati dva moguća stanja, označena sa 0 i 1. Definiše ga jedna od 16 Bulovih (Boole) algebarskih funkcija sa dve promenljive. Svaka funkcija se izvlači žrebom, kao i početno stanje, 0 ili 1, svakog elementa. Onda se pusti da mreža funkcioniše uz izračunavanje, u svakom vremenskom intervalu, promene stanja elemenata.

[18] Atlan i sarad., 1981.

[19] Chauvin, 1985.

"sa ljuljaškom"[20] još je složenije i podseća na nameru. Mužjaci ove vrste od različitih biljaka grade modele ljuljaški, ukrašavaju ih raznolikim predmetima, naročito žutim i plavim, farbaju ih pljuvačkom obojenom biljnim sokom, zatim u njima čekaju ženke, pred kojima paradiraju. Stari mužjaci prave najlepše ljuljaške, kradu ukrase koji su krasili ljuljaške mladih mužjaka i češće se sparuju, jer ženke njih odabiraju. Niko neće reći da ponašanje psa koji izmišlja hiljadu lukavstava da pobegne i nađe svog gospodara, nije namerno.

Na ovo Atlan odgovara da se svaki biološki fenomen može opisati sa gledišta fizičko-hemijskih mehanizama (*zbog*) i sa gledišta njegovog funkcijskog značenja (*u nameri*). Kada je reč o ponašanju male složenosti, integralno kauzalističko objašnjenje je, s jedne strane, nemoguće, a sa druge, ne može da objasni funkcije. Ali, ovo razlikovanje dva tipa objašnjenja prisutno je u našem duhu, a ne u stvarima. Ova dva objašnjenja štaviše ne odnose se na isto nivo organizacije. Ponašanje spermatozoida može se objasniti fizičko-hemijskim pojmovima, dok se njegova funkcija odnosi na razmnožavanje i na preživljavanje vrste. Postavljanje granice između intencionalnog i neintencionalnog ponašanja nije naučno i otkriva ostatak animizma, težnju da se sva ponašanja smatraju intencionalnim. Da bi se izbegao rizik da se intencionalnost pripisuje svemu živom (panpsihizam), ili da se svemu oduzme (redukcionizam), najbolje je da se arbitrarno pripiše samo ljudima.

Mislim da se problem može postaviti u druge okvire, jer on ima dvostruki vid, "prostorni" i "vremenski", ako se tako može reći. Prostorni vid je povezan sa činjenicom

---

[20] Borgia, 1986.

da intencionalnost predstavlja karakter ili osobinu psihičke prirode, a da psiha zavisi od CNS, strukture svojstvene nekim živim bićima[21]. Iz toga prvo proizlazi problem saznanja da li refleksivna svest, svojstvena čoveku, koji misli da misli i koji zna da zna, nužno uslovljava intencionalnost ponašanja. Ne mislim tako, jer čovekova psiha, pored jednog svesnog podsistema, obuhvata dva nesvesna podsistema (predsvesno i nesvesno), čije postojanje sada prihvata većina psihologa. No, postoje ponašanja, naročito socio-afektivnog porekla (zadovoljstvo i nezadovoljstvo, ljubav i mržnja), koja očigledno predstavljaju izraz svesne i promišljene namere, dok u stvari izražavaju nesvesnu nameru. Budući da je ovo prihvaćeno – ostavljam sebi pravo da to potvrdim u nekom sledećem radu — problem intencionalnosti prvo se svodi na problem postojanja psihe, a prvi uslov za to su čulne percepcije i razrada motornih ponašanja koji bivaju integrisani u jedinom centralnom organu, mozgu, koji je, ako se, između ostalog, izuzme slučaj glavonožaca, svojstven kičmenjacima. Kao što u tom razdelu postoje nivoi složenosti mozga, postoje takođe nivoi psihe i nivoi intencionalnosti.

Razmotrimo sada vremenski vid problema. Kauzalističko objašnjenje, u onim slučajevima u kojima postoji mozak, takođe znači ići u smeru povratnog vremena, vraćati se uzroku, drugim rečima prošlosti; dok objašnjenje pomoću intencije prati smer nepovratnog vremena, od prošlosti ka sadašnjosti ili budućnosti. No, Prigožin (Prigogine) i Stendžers (Stengers) (1979) su nas podsetili: "Je-

[21] Kalkulator, računar, ne poseduje psihu. To su samo analogoni, veoma udaljeni od struktura i funkcija mozga. Izraz *veštačka inteligencija*, isključivo metaforičan, može da bude varljiv i stvori netačne predstave o toj stvari.

dino objašnjenje je, dakle, istorijsko ili genetičko: treba opisati put koji je činio prošlost sistema, nabrojati pređena račvanja i smenu fluktuacija koje su, između svih mogućih istorija, odlučile o onoj stvarnoj" (str. 168). Već od svog začeća jedinka nasleđuje prošlost svoje vrste i prošlost svoje dvostruke majčinske i očinske linije srodstva. Ali, istovremeno, ona počinje da pamti svoju ličnu prošlost. Pre no što je motivisano sadašnjom situacijom, ponašanje jedinke je, dakle, dvostruko determinisano, istorijom vrste i sopstvenom istorijom. Stepen intencionalnosti na prvom mestu, dakle, zavisi od postojećeg odnosa između ove dve prošlosti. Kako lična istorija nadjačava istoriju vrste, tako su ponašanja sve više obeležena intencionalnošću, čak i ako stvarna namera koja prethodi svom ostvarenju apsolutno nije svesna. Jer cilj, krajnji cilj jednog ponašanja jednostavno može biti ponavljanje iskustava ili urođenih, odnosno stečenih ponašanja. Najviši — uvek relativan — *stepen intencionalnosti dostigao je čovek čija ponašanja* nikada u potpunosti ne zavise ni od prošlosti njegove vrste niti od njegove lične prošlosti, nego veoma često od njegovog svesnog razmišljanja u datoj situaciji. Ali, da li on ikada dostiže taj najviši stepen? Tu se problem intencionalnosti vezuje za problem slobode koja se, ne mogući da bude apsolutna, svodi na jednu vrstu *prilaza granici*, napredovanja koje je nikada ne dostiže. Od svih životinja čovek, sa najbogatijom i najspecifičnijom ličnom istorijom uz koju ide svest o sebi, jeste onaj koji se naslađuje najvećom mogućom slobodom. Njegovo ponašanje ga je otuda dovelo do toga da neprestano proširuje okolinu koju nastanjuje i poznaje, delom se otimajući prirodnoj selekciji.

3

TEORIJE EVOLUCIJE ŽIVOG

Namera mi nije da sačinim iscrpan pregled svih teorija evolucije, mnogobrojnih i ponekad zastarelih, nego da Lamarka vratim na mesto koje zaslužuje; takođe više da podvučem mnoge pozajmice koje je Darvin uzeo iz njegovog dela no da veštački suprotstavim dve teorije. Dok je Lamark, naime, bio zaboravljen, u Darvinovu teoriju unete su izmene i svedena je na prirodno odabiranje, u takvom stepenu da savremeni neodarvinizam ima malo zajedničkih tačaka sa obimnim delom autora *Postanka vrsta.*

Zatim ću pokazati kako molekularna biologija, koja bi htela da bude darvinistička, na kraju pred neodarvinizam postavlja više problema nego što donosi rešenja. Ova kriza zvanične teorije evolucije, uzdignute na stepen paradigme — da ne kažem dogme — opravdava ponovno pozivanje na neke zaboravljene ili nepriznate teze kojima ću završiti ovo poglavlje.

LAMARK

Teško da je ovde moguće u svoj širini izložiti delo i misao Lamarka, nepriznatog, ponekad preziranog, često ismevanog autora. U njegovom delu[1], koje se ne ograničava na biologiju — reč koju je on stvorio — može se naći najava najnovijih pogleda na evoluciju; ono svedoči o retkoj sposobnosti sinteze i uopštavanja, naročito ako se dovede u kontekst njegovog vremena. On je, uostalom, bio savršeno svestan dometa svoje teorije: "Ovde smo, doista, na izvoru postojanja, načina bitisanja, svojstava, varijacija i fenomena organizacije različitih životinja, zaista opšte teorije, svuda povezane sa svojim delovima, uvek dosledne u svojim principima i primenljive na sve poznate slučajeve. Čini mi se da je ona prva, prema tome jedina koja postoji; jer, ne poznajem nijedno delo koje nudi neku drugu teoriju čiji su temeljni pricipi tako celoviti" (1815, III i IV). Treba dodati da ova teorija nije čista spekulacija, nego da počiva na istrajnom klasifikovanju beskičmenjaka i kičmenjaka, što je razlika koju je uveo Lamark.

U uvodnoj besedi svog kursa, objavljenoj na početku *Sistema životinja bez kičmenice* (1801), dao je 12. maja 1800. godine prvi nagoveštaj svoje teorije evolucije, koju je tada pripisivao jedino vremenu i okolnostima. "Izgleda, kao što sam već rekao, da su *vreme* i *povoljne okolnosti* dva glavna sredstva koja priroda upotrebljava da bi stvori-

[1] Treba biti zahvalan izdavaču Editions Culture et Civilisation što je publikovao fototipsko izdanje glavnih Lamarkovih dela, i PUF-u što je ponovo objavio njegov intelektualni testament *Système analytique des connaissances positives de l'homme...* (1820).

la sve svoje proizvode. Zna se da vreme za nju ne predstavlja granicu, i da ga, sledstveno tome, uvek ima na raspolaganju."

"Što se tiče okolnosti koje su joj potrebne i kojima se ona još uvek svakodnevno služi da bi menjala svoje proizvode, može se reći da su one na neki način neiscrpne [...]" (1801, str. 12–13).

"Moći ću da dokažem da oblik bilo tela bilo njegovih delova ne prouzrokuje navike i način života životinja; naprotiv, navike, način života i sve okolnosti koje na njih utiču jesu ti koji su, zajedno sa vremenom, ustanovili oblik tela i delove životinja" (*ibid.*, str. 15).

Ova teorija, koja se još uvek poziva samo na "okolnosti" kao faktor evolucije, postepeno je bila preciznije određena i 1802. godine upotpunjena u *Istraživanjima živih tela*, 1809. u *Zoološkoj filozofiji*, 1815. u uvodu *Prirodne istorije životinja bez kičmenice* i, na kraju, ponovo potvrđena 1820. godine u *Analitičkom sistemu pozitivnih znanja o čoveku*.

Zbog svog "sistemskog duha", kako kaže Burkhart (Burkhardt, 1977), Lamark je držao do toga da nam pruži opštu, vremensko–prostornu viziju sveta. Naravno, u svojoj dobronamernosti, ili iz opreza, on priznaje postojanje Boga; ali, Bog je stvorio samo dve stvari: *materiju* i *prirodu*, ni na koji način ne posredujući u evoluciji. Pri tom, ostajemo iznenađeni razlikom koju Lamark pravi između *materije* i *prirode*: "Suština materije je da sačinjava pasivnu supstanciju, inertnu, bez sopstvenog kretanja i određene [...] aktivnosti, koliko god bila ogromna njena količina koja postoji, jer ona zauzima mesto u prostoru" (1820, str. 16).

Priroda oživljava materiju i čini da ova evoluira. "*Priroda*, ili red stvari koji je čini, druga je i istovremeno poslednja od stvorenih stvari koja je mogla da dopre do našeg poznanja; [...] No, budući da smo i sami deo ogromne serije njenih proizvoda, moramo biti veoma zainteresovani za proučavanje pobuda koje su je podstakle [...] Uvek je to aktivna sila, u svemu i svuda omeđena, koja stvara najveće stvari, i koja, u svakom posebnom slučaju, stalno postupa na isti način, nikada ne menjajući dela koja tada ostvaruje" (*ibid.*, str. 20).

"Doista, *priroda* je, a ne materija, ta što dovodi do postojanja zaista svih tela kojima je materija suštinski osnov; a kako ona ima moć samo nad ovom poslednjom, i kako se njena moć u tom pogledu prostire samo da bi je različito modifikovala, menjala i bez prestanka unosila izmene u njene posebne mase, njena udruživanja, njene skupine, njene različite sastave, možemo biti uvereni da ih, u odnosu na tela, ona jedina čini onim što ona jesu, i da je, pored toga, ona ta koja jednima daje svojstva, drugima sposobnosti koje kod njih primećujemo" (1815, str. 316–317).

Preciznije rečeno, priroda je sastavljena (ovo je druga razlika između materije i prirode) od pokreta i "zakona svih vrsta što, stalni i neizmenjivi, uređuju sva kretanja, sve promene koje tela trpe, i što u vasionu, koja je u svojim delovima uvek promenljiva, a ipak u svojoj ukupnosti uvek ista, unose red i trajnu harmoniju" (*ibid.*, str. 319). Priroda, štaviše, "na raspolaganju neprestano ima" *prostor* i "*vreme* ili *trajanje* koje je samo neprekidnost, sa ili bez međa, bilo pokreta bilo postojanja stvari" (*ibid.*, str. 320).

Postavivši Boga izvan prirode, Lamark se dobro čuva da ne usvoji finalističko gledište. "Prava je dakle greška pripisati *prirodi* cilj, njenim delovanjima pripisati bilo kakvu nameru; a ta greška je najčešća među prirodnjacima. [...] Cilj je, međutim, tu, kao i drugde, samo prost privid, a ne realnost [...] harmonija koju primećujemo svuda između organizacije i navika životinja izgleda nam kao predviđeni završetak, dok je ona samo nužno prouzrokovan završetak" (*ibid.*, str. 323–325).

Polje delovanja prirode je vasiona. "*Vasiona* je celina, neaktivna i bez moći koje bi joj bile svojstvene, svih fizičkih i pasivnih bića, drugim rečima svih materija i svih tela koja postoje."

"U ovoj definiciji reč je, dakle, isključivo o svetu ili *fizičkoj* vasioni " (*ibid.*, str. 315).

Tako, "pokret svuda rasprostranjen, i njegove delatne sile verovatno da nigde nisu u savršenoj i stalnoj ravnoteži. Oblast o kojoj je reč obuhvata, dakle, sve delove vasione, bilo koji da su, a, sledstveno tome, nebeska tela, poznata ili nepoznata, nužno trpe efekte moći *prirode.* Isto tako, s pravom se može misliti da, bilo koliko velika da je sporost promena koje ona sprovodi u velikim telima vasione, sva su joj podvrgnuta, tako da nijedno fizičko telo nema apsolutnu stabilnost" (*ibid.*, str. 327).

Čovek, dakle, živi u svemiru koji se stalno menja. "Sve što primećuje izgleda mu prožeto pokretom, bilo stvarnim, bilo onim koji je obuzdan silama u ravnoteži. On svuda među telima primećuje recipročne i različite akcije, reakcije, premeštanja, gibanja, svakovrsne izmene, preobražaje, razgradnje, i nova obrazovanja predmeta koji, sa svoje strane, trpe sudbinu drugih sebi sličnih što su prestali da postoje, najzad, stalna umnožavanja, ali pod uplivom

okolnosti, koje dovode do variranja rezultata; jednom rečju, vide se generacije koje brzo prolaze, smenjuju se bez prestanka i, na neki način, kako se to kaže: *Strmoglavljuju se u bezdan vremena*" (1820, str. 56-57). Ali, čovek ne može biti nezainteresovan za tok nepovratnog vremena: "LJUDI, vi koji nadmašujete sva druga živa bića svojim velikim sposobnostima i mogućnostima, ali koje je *priroda*, kao i njih, bacila u ogromnu bujicu koja vas odvlači, razmotrite, dakle, tok te bujice" (*ibid.*, str. 63-64).

Bezgranično moćna, priroda je izvorište života. "Velika moć o kojoj je reč obuhvata fizički svet, i u odnosu na njega ona je opšta. Njeno jedino područje je materija: i premda ne može ni stvoriti niti razgraditi nijednu njenu česticu, ona je stalno menja na sve načine i u svim oblicima. Tako ova opšta moć dela bez prestanka [...]. Ona je ta koja je, na našoj kugli zemaljskoj, neposredno stvorila biljke, životinje, kao i druga tela koja se na njoj nalaze" (*ibid.*, str. 34-35).

Odbacujući vitalizam, Lamark je potvrdio da priroda od života stvara moć: "*Život*, u telu u kome poredak i stanje stvari koje se u njemu nalaze omogućavaju da se on manifestuje, sigurno je, kao što sam rekao, prava moć koja izaziva mnogobrojne fenomene. Ta moć, međutim, nema ni početka ni namere, može da radi samo ono što radi, i sama je celina delajućih uzroka, a ne posebno biće. Ovu istinu sam prvi ustanovio, i to u vremenu u kome je život još bio označen kao *princip*, *magma*, bilo koje *biće* [...]".

"Dodaću da je *priroda*, uspostavljajući u nekim telima redosled stvari, istovremeno sa izvorom aktivnosti koji mu je pridružila, zasnovala u njima *život*, koji je, sa svoje strane, uspeo da, u nekim životinjama, uspostavi različite po-

retke posebnih stvari, nazvanih *sistemi organa*, koji su sami doveli do više drugih, a svaki od njih prouzrokuje poretke posebnih fenomena: odatle proističe da, u telu životinje, sistemi organa o kojima je reč, premda zavisni od svojih veza sa drugim organima, njihovih uticaja i opšte sudbine, sami su isto toliko posebne moći da svi izazivaju fenomene koji su im svojstveni (*ibid.*, str. 38).

Život je rođen iz "neorganskih tela": "Ona su ta koja pružaju sve materijale koji čine živa tela; priroda ih je dakle mogla sačiniti samo na osnovu njih" (*ibid.*, str. 100). Udruženo delovanje privlačenja, toplote, elektriciteta, itd., u vodenoj sredini, stvorilo je život na osnovu "malih želatinoznih tela" čiji su "najviskozniji delovi" formirali zidove oko "šupljina nalik na mešinu". Ta "mala tela behu, dakle, pretvorena u živa tela čim su se međuprostori njihovih molekula mogli povećati i čim su njihovi najlepljiviji molekuli mogli da sačine konkretne ćelijske delove, sposobne da sadrže tečnosti kadre da se pokreću u njihovim malim šupljinama. Od tada, ova mala tela su disala i pravila otpad; ali, od tada su takođe postala sposobna da upijaju i hranila su se i razvijala unutrašnjim dodavanjem čestica koje su za njih mogle da se vežu" (1815, str. 175-177).

Ovom opisu, koji nam danas izmamljuje osmeh, Lamark dodaje četiri zakona života:

"*Prvi zakon*. Život, svojim sopstvenim snagama, stalno teži da poveća zapreminu svakog tela koje ga poseduje i da poveća dimenzije svojih delova do granice koju on sâm određuje.

"*Drugi zakon*. Proizvodnja novog organa u telu životinje proističe iz pojave nove potrebe, koja nastavlja da se oseća, i novog pokreta koji dovodi do rađanja i održavanja te potrebe.

"*Treći zakon*. Razvoj organa i snage njihovog delovanja stalno su srazmerni upotrebi tih organa.

"*Četvrti zakon*: Sve što je bilo stečeno, ubeleženo ili izmenjeno u organizaciji jedinki, tokom njihovog života, sačuvano je kroz potomstvo i preneto novim jedinkama koje potiču od onih koje su doživele te promene" (*ibid.*, str. 181–182).

Ova četiri zakona ipak ne predstavljaju suštinu lamarkističke teorije evolucije, koju on, uostalom, naziva *napredovanje*, i koja pre svega zavisi od moći svojstvene animalnom životu: "Plan operacija prirode u odnosu na proizvodnju životinja jasno je naznačen tim prvim i nadmoćnim uzrokom koji animalnom životu daje moć da postepeno obrazuje organizaciju, i da usložnjava i postupno usavršava ne samo organizaciju u njenoj ukupnosti nego i svaki poseban sistem organa, u onoj meri u kojoj je uspeo da ih uspostavi. No, taj plan, drugim rečima, tu postepenu kompoziciju organizacije, zaista je, u različitim životinjama koje postoje, ostvario ovaj prvi uzrok."

"Ali jedan uzrok, ovome stran, slučajan i, sledstveno tome, promenljiv uzrok, tu i tamo je presecao sprovođenje ovog plana a da ga, kao što ću dokazati, ipak nije uništio. Taj uzrok je, doista, doveo bilo do stvarnih praznina u seriji, bilo do određenih ogranaka koji od nje potiču u različitim tačkama, i kvare njenu jednostavnost, bilo, najzad, do anomalija koje se primećuju među posebnim sistemima organa različitih organizacija."

"U svojoj *Zoološkoj filozofiji* (tom I, str. 220) pokazao sam ovaj drugi uzrok koji počiva u veoma različitim prilikama u kojima su se našle različite životinje, rasprostirući se po različitim delovima kugle zemaljske i uz njene tekuće vode, prilike koje su ih nagnale da menjaju svoje delovanje i svoj način života, promenile su njihove navike, i uticale da variraju veoma nepravilno ne samo svoje spo-

ljašnje delove nego da čak menjaju čas ovaj čas onaj deo svoje unutrašnje organizacije."

"Brkajući dva tako različita predmeta, znači, s jedne strane, svojstvo moći života u životinjama, moći koja neprestano teži da usložnjava organizaciju, da obrazuje i umnožava posebne organe najzad, da povećava broj i usavršenost mogućnosti i, s druge strane, uzrok, slučajan i modifikujući, čiji su proizvodi različite anomalije u rezultatima moći života; brkanje ova dva predmeta, dovelo je do toga da se nikakva pažnja ne prida planu prirode, napretku koji *ćemo* dokazati, i do neprihvatanja značaja koji njegovo razmatranje u našim proučavanjima života mora imati" (*ibid.*, str. 133–135).

"Ovde se, dakle, sve zasniva na dvema suštinskim osnovama, [...] znači: 1° Na *moći života,* čiji su rezultati rastući sastav organizacije i, u nastavku, navedeno napredovanje;

2° Na *modifikujućem uzroku,* čije su proizvodi prekidi, različite devijacije i nepravilnosti u rezultatima moći života" (*ibid.*, str. 160-161).

Ali, ne treba izgubiti iz vida to da su "sredstva i, istovremeno, uzroci svega što je priroda izvela i sve što ona nastavlja da radi svakodnevno, nužno različitog reda. Može se, naime, reći da priroda poseduje opšta sredstva i da poseduje druga sredstva, koja su stupnjevito posebnija. Zajedno, ona obrazuju hijerarhiju moći u kojoj je sve povezano, sve je zavisno, sve je u harmoniji, sve je nužno; ove su istine bile naslućene, i doista su priznate" (*ibid.*, str. 168). Ova "sredstva" i ovi "uzroci" su, naravno, fizičke prirode, upisani u zakone prirode.

Treba zabeležiti da će, pet godina kasnije, u svom *Analitičkom sistemu,* Lamark umanjiti značaj "moći živo-

ta" a povećati "moći prilika". A videćemo da će Darvin, isto tako, krajem svog života, umanjiti ulogu prirodne selekcije u korist lamarkističkih mehanizama, poput upotrebe ili neupotrebe. Interesantno je zabeležiti to da je Lamark iz efekata pripitomljavanja konja, pasa, kokoši i kućnih biljaka izveo dokaz u prilog ulozi "okolnosti" (1809, I, str. 233). Čak je predosetio ulogu prirodne selekcije u borbi za život: "U nastavku umnožavanja malih vrsta, i naročito najnesavršenijih životinja (nižih vrsta), mnoštvo jedinki je na opštem planu moglo nauditi očuvanju rasa da priroda nije preduzela mere opreznosti da to umnožavanje smanji u granicama koje nikada ne može da prekorači."

"Životinje proždiru jedna drugu, sem onih koje žive samo od biljaka; ali, i njih proždiru mesojedi. Zna se da one najjače, i najbolje naoružane, jedu najslabije, i da velike vrste rastržu najsitnije. Ipak, jedinke jedne iste rase retko se međusobno proždiru; one ratuju sa drugim rasama" (*ibid.*, str. 98-99).

Takođe je podvukao ulogu polnog razmnožavanja u pojavi promena (*ibid.*, str. 273). Najzad, žigosao je rušilačke efekte ponašanja čoveka: "Čovek, svojim suviše neoštrovidim egoizmom u pogledu sopstvenih interesa, svojom sklonošću da se naslađuje svime što mu je na raspolaganju, jednom rečju svojom nebrigom za budućnost i za sebi slične, izgleda da radi na uništavanju sredstava očuvanja i čak na uništavanju sopstvene vrste. Zbog predmeta koji zadovoljavaju njegovu trenutnu lakomost, svuda uništava krupne biljke koje čuvaju tlo, što brzo dovodi do neplodnosti tla koje naseljava, prouzrokuje usahnuće izvora, uklanja životinje koje su tu nalazile svoju hranu, i

dovodi do toga da su veliki delovi kugle zemljine, nekada veoma plodni i u svakom pogledu vrlo naseljeni, sada goli, neplodni, nenastanjivi, pusti. Da bi se prepustio svojim strastima, stalno zanemarujući savete iskustva, on neprestano ratuje sa sebi sličnima, na sve strane i uz sve izgovore ih uništava, tako da se mogu videti populacije, pre tako velike, kako bivaju sve siromašnije i siromašnije. Reklo bi se da je predodređen da, pošto zemljinu kuglu učini nenastanjivom, sâm sebe iskoreni" (1817, čl. "Čovek", str. 270-271). Jer Lamarka je veoma interesovao čovek čiju je psihologiju pokušao da opiše i objasni.

Ovo izlaganje ću završiti željom da ovih nekoliko navoda podstaknu čitaoca da sam otkrije delo koje po mnogim svojim stranama ostaje uvek aktuelno i koje, ako dobro razmotrimo, nije u tolikoj meri suprotno delu Darvina i Uolesa (Wallace).

DARVIN I UOLES

Darvin nije bio završio svoje fundamentalno delo kada je 1858. godine dobio od Uolesa, radi publikovanja, jedan članak naslovljen *O težnji varijeteta da se beskrajno udalji od prvobitnog tipa.* Da je odmah udovoljio zahtevu svog korespondenta, prvenstvo, a možda i slava izmakli bi mu. Spasla su ga dva prijatelja prikazujući u *Londonskom Lineovom društvu* istog dana dva njegova teksta i, u nastavku, Uolesov članak. Partija je bila dobijena, ali teško da je postupak bio elegantan.

Godine 1859. pojavio se *Postanak vrsta pomoću prirodnog odabiranja ili održavanje povlađivanih rasa u borbi za život*, godine 1869. *O varijaciji životinja i biljaka pod delovanjem pripitomljavanja* i 1871. *Čovekovo poreklo i*

polno odabiranje. U ovim trima knjigama prikazana je teorija evolucije koju je razradio Darvin, a čiji je jasno izražen cilj bio borba protiv kreacionizma.

Teorija

Suštinu Darvinove teorije čine dva pojma: varijacija i prirodno odabiranje (selekcija). U okviru jedne iste vrste sve jedinke su različite, a priroda daje prednost preživljavanju i umnožavanju jedinki koje poseduju neke prednosti. On, dakle, pred prirodnjaka postavlja dva problema: problem porekla variranja i problem načina delovanja i posledica odabiranja onih koji imaju najveću prednost. Izgleda da je Darvin često brkao ova dva problema, pa ćemo zato pokušati da objasnimo njegovu, u najmanju ruku, složenu i zamršenu teoriju.

Varijacija mu se otkrila pre svega kroz iskustvo odgajivača i zemljoradnika koji su praktikovali veštačko odabiranje. Ali, variranje se u prirodi pokorava nejasnim zakonima i Darvin se zaista našao prisiljenim da prizna kako je: "Duboko naše nepoznavanje zakona variranja. Ni u jednom od sto slučajeva mi nismo u mogućnosti da označimo neki razlog zašto je ovaj ili onaj deo varirao" (str. 154)[2]. Međutim, pokretač variranja, njegov uzrok, počiva u prirodi, "ali", precizira Darvin, "pod *prirodom* podrazumevam samo skupno dejstvo i proizvod mnogih prirodnih

[2] Za navode iz *Postanka vrsta* korišćeni su prevod i paginacija iz ponovljenog izdanja srpskog prevoda Nedeljka Divca (u redakciji Borivoja Nedića), sačinjenog prema šestom izdanju originala, Nolit, Beograd 1985. (*Prim. prev.*)

zakona, a pod prirodnim *zakonima* podrazumevam sledovanje zbivanja kako smo ih mi proverili" (str. 87). Uostalom, uputno je da se u okrilju prirode razlikuju živi organizmi, okolina u kojoj žive i interakcije među njima, ali Darvin se nije eksplicitno izražavao takvim terminima. Za njega, individualna, strukturna i funkcijska variranja uvek imaju malu amplitudu i neprestana su. *Natura non facit saltum.* Tek posle dugog vremena, ova veoma mala variranja, pod dejstvom prirodnog odabiranja, dovode do velikih divergencija.

Premda ne može biti tačno određeno u kakvom odnosu oni učestvuju, uzroci variranja mogu biti nabrojani. Prvo su to uslovi života koji imaju *direktno* dejstvo, istovremeno zaviseći od prirode organizma i od prirode sredine, i, dodatno, od *indirektnog* delovanja posredstvom polnog sistema. Pri svemu tome, važno je podvući da "priroda organizma vrši glavnu ulogu u proizvođenju svakog posebnog oblika varijacije, a priroda spoljašnjih uslova od podređenog je značaja" (str. 30); da efekti ovog delovanja mogu biti *određeni*, budući da sve jedinke, živeći u istoj okolini, variraju zajedno i na isti način, i *neodređeni*, kada je promenljivost "kolebljiva" i neuređena. Ovi efekti uslova života objašnjavaju zašto promena klime ili imigracija, koje menjaju ravnotežu vrsta, izolovanje, koje smanjuje ukrštanja, predstavljaju uzroke variranja, zašto, uopšte, "promene u uslovima za život stvaraju težnju da se promenljivost poveća" (str. 87). Uostalom, "priroda može dejstvovati na svaki unutrašnji organ, na svaku i najmanju razliku u sastavu, na ceo mehanizam života" (str. 88).

Kao što je bilo rečeno, ne učestvuje samo sredina u variranju, ono, bar toliko ako ne i više, zavisi od prirode organizma. Zato što se analogije varijacije pojavljuju u razli-

čitim uslovima okoline, a različite varijacije su proizvedene u istim uslovima okoline, Darvin kaže: "pridajem manju važnost neposrednom dejstvu okolnih uslova za život, a više izvesnoj težnji koja proističe od uzroka koji su nam sasvim nepoznati" (str. 131-132). Kako se ta težnja ka promenljivosti na isti način i u istom pravcu ispoljava kod jedinki jedne iste vrste, ne treba biti iznenađen postojanjem "tipskog jedinstva" svojstvenog svakoj vrsti. Najzad, ne treba izgubiti iz vida "korelativna" variranja koja potiču od toga što je "cela organizacija za vreme rastenja i razvića tako povezana da, ako se dese i neznatne promene u nekom delu, i nakupljaju se pomoću prirodnog odabiranja, onda i drugi delovi bivaju preinačeni" (str. 138).

Kad je reč o uzrocima variranja, treba, na kraju, takođe govoriti o interakciji organizma i sredine. Kako, naime, navikama živih bića često upravlja priroda okoline, upotreba ili neupotreba ovog ili onog organa isto tako predstavlja uzrok varijacija, promene navika, budući da upotrebom ili neupotrebom obično upravljaju potrebe prilagođavanja. Tako, "navika u proizvođenju konstitutivnih osobenosti i upotreba u jačanju i neupotreba u slabljenju i smanjivanju organa, u mnogo slučajeva su, izgleda, moćno dejstvovale" (str. 154-155).

Na osnovu ovog skupa nasleđenih i stečenih varijacija, "možemo zaključiti da su navike, upotreba ili neupotreba, imale u nekim slučajevima znatnog udela u preinačavanju sastava i građe; ali da su se ti efekti često u velikoj meri kombinovali sa prirodnim odabiranjem urođenih varijacija, pa je ovo drugo katkad i preovlađivalo" (str. 138).

Bilo koji da je ili da su uzroci varijacija, potrebno je, da bi odigrale ulogu u evoluciji, da budu prenete na po-

tomstvo. Dakle, može se reći: "da se naslednost svake odlike smatra kao pravilo, a nenaslednost kao anomalija" (str. 32). Ovaj princip primenjuje se ne samo na nasleđene varijacije nego, isto tako, na stečene osobine: "promenjene navike izazivaju nasledno dejstvo" i "povećana upotreba ili neupotreba delova imala je kod životinja još znatno jači uticaj" (str. 30). Ono što je primećeno da se događa pod dejstvom pripitomljavanja mora se, dakle, dogoditi i u prirodnim uslovima. Ovu ideju, koja je tako žestoko bila zamerana Lamarku, Darvin nikada nije odbacio. Što se tiče osobina koje nisu prenete, to su one koje je kaznilo prirodno odabiranje.

Evo kako to Darvin definiše: "Ovo načelo, koje održava svaku, ma i neznatnu promenu samo ako je korisna, ja sam nazvao prirodno odabiranje, da bih time označio njegov odnos prema čovekovoj moći odabiranja. Ali izraz koji često upotrebljava g. Herbert Spenser (Spencer), 'nadživljavanje najsposobnijega', tačnije je i ponekad isto tako zgodan" (str. 71). Osim toga, on dalje govori o "odstranjivanju škodljivih varijacija" i precizira: "Bez sumnje da je *prirodno odabiranje* pogrešan izraz u bukvalnom smislu reči" (str. 86); ali, taj je metaforični izraz neophodan "radi kratkoće izražavanja". Dakle, postojanošću najsposobnijih i odstranjivanjem štetnih varijacija, priroda, okolina, usmeravaju evoluciju ka "progresu" organizma: "Prirodno odabiranje neće nikada proizvesti kod nekih bića građu koja bi mu bila više štetna nego korisna, jer prirodno odabiranje radi samo pomoću koristi i za korist svakoga bića" (str. 186). Ili pak: "Pošto prirodno odabiranje dejstvuje samo radi dobra i za dobro svakog bića, to će sva telesna i duhovna svojstva težiti da napreduju ka savršenosti" (str. 445).

Borba za opstanak, koje nema na stupnju pripitomljavanja, dejstvuje u istom pravcu u kome i prirodno odabiranje, jer najsposobniji su ti kojima je data najveća prednost. Izraz, međutim, treba uzeti "u jednom širem i prenosnom smislu koji uključuje međusobnu zavisnost bića, i koji uključuje (što je još važnije) ne samo život jedinke nego i sposobnost da daje od sebe porod" (str. 72). Borba za opstanak proističe iz konstatacije koju je izneo Maltus (Malthus) da populacije rastu geometrijskom progresijom, dok izvori hrane rastu aritmetičkom progresijom; ali, ta borba je oštrija između nekih jedinki: "Pošto jedinke iste vrste u svakom pogledu dolaze u najneposredniju međusobnu utakmicu, to će obično među njima biti najljuća borba za opstanak" (str. 428). U vezi sa tim beležim da je Lamark imao tačnije viđenje kada je razmatrao interspecijsku borbu kao važniju od intraspecijskog suparništva. Darvinov položaj je u većoj meri ideološki nego naučni. Najzad, polno odabiranje, borba mužjaka za osvajanje ženki, isto tako se pridružuje delovanju prirodnog odabiranja u pogledu umnožavanja boljih primeraka.

Da bih ovaj kratak pregled obimnog Darvinovog dela, namerno shematski, zaključio, navešću rečenicu koja najbolje rezimira njegovu misao: "Kod živih tela, varijacija prouzrokuje male promene, množenje ih umnožava gotovo u beskonačnost, a prirodno odabiranje odabira sa nepogrešivom umešnošću svako poboljšanje" (str. 170). Zato "snažni, zdravi, i srećni nadživljavaju i množe se" (str. 84). A ipak, kao što sâm priznaje, uvek ostajemo odista neznalice kada je reč o poreklu varijacija koje su, međutim, *primum movens* evolucije.

Kritike

Prva kritika koja bi se mogla uputiti Darvinu veoma je opšteg karaktera. To je vrlo ljudska slabost, koja se može sresti kod mnogih tvoraca njegovog dijapazona. Često je umanjivao značaj pozajmica preuzetih od drugih autora, često nije znao da su njegove brojne ideje, da počnemo od ideje o prirodnom odabiranju, iskazali drugi, a ne on. Ali, to su samo mali gresi.

Uostalom, bio je prvi koji je sa teorijskog stanovišta sam sebe kritikovao. Kao dokaz navešću ono što je napisao u *Čovekovom poreklu* povodom prirodnog odabiranja: "priznajem da sam u ranijim izdanjima svog dela *Postanak vrsta* pripisao možda odveć mnogo dejstvu prirodnog odabiranja, tj. onog što je najbolje prilagođeno" (str. 62)[3]. A malo dalje umanjuje delovanje sredine kao uzročnika varijacije: "Što se tiče tih dejstvujućih uzroka [...] oni stoje u mnogo tešnjoj vezi sa sastavom varirajućeg organizma nego sa prirodom uslova kojima je taj organizam bio izložen" (str. 63). Istina je da se u ovom delu bavio čovekom.

Kritike, čak za njegova života, nisu nedostajale. U prvi mah bio je podvučen tautološki karakter principa preživljavanja najsposobnijih. Bila mu je, isto tako, skrenuta pažnja da odgajivači nikada nisu stvorili nove vrste, na šta je mogao da odgovori da im je za to nedostajalo vreme. Pošto su mu ukazivali na to koliko je pojam "korisne varijacije" neodređen i antropomorfistički, on je u *Čovekovom poreklu* pisao: "Međutim ne smemo suviše mnogo verovati svojim zaključcima o tome koje su promene nekom or-

[3] Navedeno prema francuskom prevodu iz 1881.

ganizmu potrebne" (str. 61). Dva veka pre njega, La Fonten (La Fontaine) je pokrenuo isto pitanje u vezi sa jelenom:

Njegovo rogovlje, škodljiv ures,
U svakom ga trenu zaustavljajući,
Smeta usluzi koju mi čine
Noge, od kojih zavisi svaki njegov dnev.
(Basne VI, 9.)

Dž. Dž. Mivart (G. J. Mivart) je isticao da, ako su individualne varijacije veoma male, ne vidi se kako prirodno odabiranje može da razlikuje štetne od korisnih. V. Hopkins (W. Hopkins) je, oštrije, napisao da: "Teorija gospodina Darvina ne može ništa da objasni, jer je u nemogućnosti da utvrdi neophodnu vezu između fenomena i uzroka na koje se odnosi"[4]. Najzad, J.-F. V. Heršel (J.-F. W. Herschel) je ovu teoriju smatrao neosnovanom spekulacijom. Još i sada, kako u anglosaksonskim zemljama tako i u zemljama francuskog jezičkog područja, teorija prirodnog odabiranja podvrgnuta je vatrenim kritikama, što ne sprečava da "darvinizam" ostane zvanična doktrina naučne zajednice.

Kako genetika još nije bila rođena, treba priznati da je Darvin sebi dodelio nemoguć zadatak. Hteo je da u jednom opštem okviru rasporedi ogromnu masu pojedinačnih činjenica, da ih objasni glavnom teorijom, koju je bio prinuđen da podupre mnogobrojnim *ad hoc* hipotezama. Ali, njegovo veliko naučno poštenje dovelo ga je do toga da prizna svoja ograničenja i neznanje, odakle potiču nje-

[4] Navedeno prema Thuillier, 1982.

gova oklevanja, zaokreti, opreznosti, a ponekad čak i protivrečnosti. Iz toga je proistekao naučni zbornik neverovatnog, nesumnjivog bogatstva. I upravo to bogatstvo, to obilje ideja i hipoteza, predstavlja celokupnu vrednost *Postanka vrsta*. Po mom je mišljenju u svakom slučaju najvažnije to što je, posle Lamarka, Darvin priznao da suštinski uzrok evolucije bez sumnje počiva u samom organizmu, u formi duboke težnje ka variranju.

Međutim, glavna kritika, uvek valjana, jeste da princip preživljavanja najsposobnijeg sadrži u sebi jednu logičku grešku, jednu tautologiju: "najsposobniji je onaj koji preživljava, preživljava onaj koji je najsposobniji, dakle onaj ko preživljava je onaj koji preživljava, a najsposobniji je najsposobniji". Tautologija se ne umanjuje kada se pojava preživljavanja zameni pojavom ostavljanja potomstva. Uvek se, kao što piše Vadington[5], dolazi do zaključka da su jedinke koje ostavljaju više potomstva one koje ostavljaju više potomstva. I drugih tautologija ima u *Postanku vrsta;* u poglavlju V, na primer, ona se sastoji u mišljenju da su karakteri koji najviše variraju ("specifični") promenljiviji od karaktera koji manje variraju ("generički").

Često je teško znati da li je, prema Darvinovom mišljenju, prirodno odabiranje istovremeno pokretač stvaranja i usmeravanja varijacije ili se između varijacija bira samo jedanput da bi bile zadržane jedino korisne. Dobžanskom (Dobzhansky) i Bezigeru (Boesiger)[6] ova metafora izgledala je opasna, jer ne treba izgubiti iz vida da se odabiranje odnosi na jedinke, na fenotipove, a ne na jedan element genotipa, na varijaciju, što bi podrazumevalo

[5] Navedeno prema Chauvin, 1985.

[6] Navedeno prema Chauvin, 1985.

"jedno čudno rešeto koje bi znalo da zadrži ili propusti čestice u skladu sa konstitucijom svih ostalih čestica u rešetu". Ova kritika, kao što pokazuje zamišljeni eksperiment Lesrija (Lasry) i Ejzenkota (Azencott)[7], nije, u stvari, održiva. U tom eksperimentu postojale su, na dnu veoma dubokog bunara, dve vrste puževa, beli i crni. Tokom dana oni se popnu za jedan metar, i to koliko belih toliko i crnih. Odabiranja nema. Mala promena klime dovodi do toga da svakog dana 98% belih nastavi svoje penjanje, ne padajući tokom noći, dok to isto čini 97% crnih puževa. U ovim uslovima, izračunavanje pokazuje da posle godinu dana i tri meseca ostaje samo jedan crni puž na 100 belih koji nastavljaju svoje napredovanje, posle dve godine i šest meseci 1 crni na 10.000 belih, a posle tri godine i devet i po meseci ostaje 1 crni na milion belih puževa. Crni su, dakle, osuđeni na gašenje uprkos veoma maloj početnoj prednosti belih. Ova matematička anegdota izvanredno ilustruje darvinističku misao. Ali, kao što naglašava Grase (Grassé, 1973), odabiranje se pre odnosi na naseljenost nego na evoluciju. Ono ništa ne stvara. Teorija prirodnog odabiranja je, implicitno, finalistička teorija, koja krajnjem cilju pridodaje "svrhovitost višeg reda, *inherentnu* životu i stalno delatnu: u biosferi, ona se iskazuje kao transcendentna svrhovitost" (str. 217).

Razmišljanja

Ne dovodeći u sumnju Darvinov stvaralački genije, dozvoljeno je, posle kritika na koje smo podsetili, zapitati se

[7] Navedeno prema Schatzman, 1986.

na čemu je počivao i na čemu još počiva uspeh darvinizma. Njegov uspeh u prošlosti veoma se dobro objašnjava situacijom u kojoj se Engleska nalazila u vreme pojavljivanja *Postanka vrsta*. Ova zemlja je bila u mogućnosti da zauzme prvo mesto u svetu, istovremeno zbog industrijske revolucije i zbog povećanja svog kolonijalnog carstva. Logično je bilo da se u toj istorijskoj bici, u okrilju kapitalističkog sveta, iz engleske premoći izvede zaključak o premoći subjekata Njenog Veličanstva. Istovremeno, uspon scijentizma pomogao je oslobađanju od verovanja u Postanje i učvršćivanju koncepta sveta na naučnim osnovama.

Ali, istrajan uspeh Darvinove teorije teže je objasniti. Ipak, tokom godina prestalo se sa čitanjem njegovih knjiga, njegova misao je bila osakaćena i pojednostavljena, da bi se transformisala u nedodirljivu dogmu, kao što se to dogodilo sa Marksovom ili Frojdovom mišlju, na primer, tako da način na koji je darvinizam danas predstavljen nema ničeg zajedničkog sa njegovom originalnom formom. Zaboravljene su njegova složenost, prilagodljivost, njegove neodlučnosti, da bi bio doveden u sklad sa neodarvinizmom koji mu je dosta stran. Najintrigantnije pitanje, međutim, ostaje pitanje odnosa Darvinove misli prema Lamarkovoj. Jer, ne možemo a da ne budemo zaprepašćeni činjenicom što, u čitavom svom delu, Darvin nije prestajao da se približava svom prethodniku. Otuda se postavlja pitanje: da li je Darvin čitao Lamarka? Prema Šifmanu (Szyfman, 1982), izgleda da nije. Čini se da je poznavao samo stroge i nečasne Kivijeove (Cuvier) kritike i komentare Žofroa Sent Ilera (Goeffroy Saint-Hilaire). Bilo kako bilo, Darvinovo delo je u velikoj meri doprinelo tome da se lamarkističko delo ne priznaje.

Ovo kratko razmatranje Darvinove misli zaključiću pridružujući se umesnim Tilijeovim (Thuillier, 1982) primedbama; on u njemu ne vidi toliko stvaraoca novih ideja koliko strastvenog radnika, tvrdoglavog i upornog, koji je znao da međusobno poveže ideje drugih, da iz njih izvuče zaključke i da ih "potvrdi neverovatnom količinom dobro odabranih 'činjenica' " (str. 24). Ako je, dakle, teorija prirodnog odabiranja nemoćna da objasni evoluciju, ostaje da se vidi da li su u tome uspeli neodarvinizam, sintetička teorija ili druge novije teorije.

SINTETIČKA TEORIJA EVOLUCIJE (NEODARVINIZAM)

Uprkos svojim preobražajima, "sintetička teorija" uvek ima lik zvanične teorije. Ona, međutim, nema mnogo zajedničkog sa originalnim darvinizmom. Uprkos tome, većina istraživača nastavlja da se poziva na Darvina, od koga je zadržan samo princip prirodne selekcije. Sve se odvija tako kao da je po svaku cenu potrebno držati se Oca-Osnivača, čak i ako je njegova doktrina postala zastarela. Nije li se ista avantura dogodila i drugim osnivačima škola, poput Njutna, Marksa ili Frojda?

Teorija nasleđivanja, koja je toliko nedostajala Darvinu, utemeljena je u praskozorje XX veka u Mendelovim radovima, objavljenim početkom 1865, zaboravljenim, zatim ponovo otkrivenim 1900. godine, i u Vajsmanovim (Weismann) radovima, koji je 1890. postulirao postojanje gena i postavio princip radikalne razlike između *klice* i *tela*. Iz toga su nastali pojmovi *genotipa*, koji označava genetičko nasleđe jedinke, i *fenotipa*, koji označava struk-

turnu i funkcijsku ekspresiju genotipa kroz interakcije genoma i okoline. U prvoj četvrtini našeg veka prebrođena je poslednja etapa Morganovim radovima o eksperimentalnim mutacijama izazvanim na voćnoj mušici (*Drosophila melanogaster*).

Budući da je građa koja bi podržala teoriju manje spekulativnu od teorija Lamarka i Darvina bila ujedinjena, neodarvinizam je između 1930. i 1950. godine dobio svoju klasičnu formu pod imenom sintetičke teorije. Ona je proisticala iz spoja radova Dobžanskog, Mejra (Mayr) i Simpsona, između ostalih. Prvi je pokazao da evoluciju ne prouzrokuje mutacija jednog jedinog gena nego prirodna selekcija koja, birajući između najboljih alela, najboljih mnogostrukosti gena u okviru populacije, progresivno menja njihovu gensku zajednicu (pool), što, na duge staze, dovodi do rađanja novih vrsta. Mejr, sa svoje strane, definiše vrstu kao skup jedinki sposobnih da se spare i da proizvedu plodno potomstvo. Po njemu, nove vrste proističu iz izolacije grupa jedinki, bilo koji da je njen uzrok, koje potom evoluiraju za svoj račun, modifikovanjem svog genetičkog osnova. Najzad, oslanjajući se na paleontologiju, Simpson tvrdi da akumulacija malih mutacija daje evoluciji njen stupnjevit karakter. Tako predstavljena, teorija je bila dosta jednostavna: budući da je živo biće pasivno podnosilo mutacije i prirodnu selekciju, evolucija je proistekla iz slučajnih i stalnih mutacija, koje je odabirala prirodna selekcija.

Primedbe

Koliko god bila zavodljiva, sintetička teorija je u maloj meri bila sposobna da odgovori na neke primedbe, poput

onih koje su uputili Grase (1973) ili Šoven (1985). Prirodna selekcija, budući da ne stvara ništa, ne može biti pokretač evolucije. Ona se, pre svega, odnosi na ravnotežu populacija, i time se mogu objasniti pojave novih vrsta, drugim rečima, adaptivne radijacije; ali, ona je nesposobna da objasni fundamentalne promene, stvaranje razdela, klasa, redova. S druge strane, posmatranje otkriva da interspecijske borbe nisu univerzalne, da intraspecijske borbe retko imaju smrtonosne posledice, i da najbolje prilagođeni ne odstranjuju silom one koji su najmanje prilagođeni. U mnogim slučajevima pre svega se događa da evolutivna promena prethodi selekciji. Skeletne promene kod riba prethodile su pojavi tetrapodije na zemlji. Sisarski karakteri gmizavaca su za 120 Mg prethodili pojavi sisara. Kako dokazati da su takve stupnjevite promene koje prethode prelasku sa jedne forme na drugu bile korisne? Najzad, slične evolutivne tendencije primećuju se u različitim sredinama, dakle pod delovanjem različitih selektivnih pritisaka. Najbolji primer ove pojave pružaju aplacentni sisari (marsupijalije) koji su dali iste tipove mesojeda, biljojeda, glodara, itd. kao i placentni sisari, ali kada su bili izolovani na australijskom kontinentu.

Uostalom, pojam adaptacije, vezan za pojam selekcije, ostaje neprecizan i ne objašnjava uvek primećene činjenice. Bića koja su vidljivo u maloj meri prilagođena sasvim dobro preživljavaju. Kormoran bez plovnih kožica isto tako dobro lovi pod vodom kao i pingvin; suprotno, ptice koje su u potpunosti kopnene snabdevene su plovnim kožicama. Poljska voluharica i mrav, koji nemaju nožice za kopanje, isto su tako spretni pod zemljom kao krtica i rovac koji ih imaju. To znači da život poseduje ogromnu

moć prilagođavanja koja minimalizuje ulogu odabiranja. Život se razvija praktično u svim sredinama, na primer, na -50°C i na 150°C. U prirodnim uslovima preživljavanje može biti osigurano najrazličitijim sredstvima, najjednostavnijim kao i najsloženijim. Samo u ekstremnim slučajevima preživljavanje može biti dovedeno u pitanje i sredina ispoljava svoju selektivnu moć. Samo suviše uska prilagođenost sredini živo biće može učiniti osetljivim.

Što se tiče gotovo isključive uloge dodeljene mutacijama, ona ostaje sporna. Postoje vrste koje lako podležu mutacijama, a koje se ipak ne menjaju. Voćna mušica se nije promenila već 50 Mg; skokuni, mali sveprisutni insekti, za 150 Mg stekli su samo jedan članak na antenama; kišne gliste, koje čine najveću životinjsku masu na zemljinoj kugli izgleda da se nisu menjale već 509 Mg; celakant se pojavio pre 300 Mg[8], a oposum preživljava već 60 Mg. Takve *panhroničke* vrste susreću se u skoro svim filumima i svim klasama, podrazumevajući i klasu sisara; neke je to navelo da kažu kako mutacije nisu pokretači evolucije, ali ništa ne dokazuje da iz ovih panhroničkih vrsta nisu nastale nove vrste. U svakom slučaju, ukoliko se izazvanim mutacijama mogla modifikovati morfologija, nikada nije došlo do pojave nove vrste niti nekog novog ponašanja. Ne računajući to što su mutacije često letalne ili neutralne i da su, u stvari, mnogo ređe nego što se to ranije mislilo. Najzad, teško je razumeti kako su slučajne mutacije mogle prouzrokova-

[8] Značajno je to što pri svom sporom plivanju celakant mobiliše grudna i karlična peraja kao što konj pri kasanju mobiliše prednje i zadnje noge, drugim rečima levo prednje u isto vreme kada i desno zadnje peraje i obrnuto. Bez sumnje već 300 Mg! (Fricke i sarad., 1987).

ti progresivne i koordinisane modifikacije, poput onih koje su ocrtale prelaz od gmizavaca ka sisarima, na primer.

S druge strane, sintetičkoj teoriji bilo je zamereno to što u evolutivnim procesima nije uzela u obzir eventualnu ulogu citoplazme. Citoplazma i genom jedno na drugo neprestano deluju. Dezoksiribonukleinska kiselina upravlja svim sintezama proteina, dok je živa materija sačinjena od mnogih drugih sastojaka: lipida, šećera, minerala, itd., na koje DNK ne utiče direktno, nego oni zavise od enzima koji su pod njenom kontrolom, a na nju deluju i hormoni citoplazme. Ne treba zaboraviti da u polnom razmnožavanju muški gameti učestvuju samo sa DNK, dok ženski gameti, doprinose ne samo svojim genomom već i citoplazmom bogatom RNK. Ali, sve do sada nijedna precizna činjenica nije dozvolila da se u neku evolutivnu teoriju uključe interakcije genoma i citoplazme.

Ono što najviše zaprepašćuje u darvinističkoj stupnjevitosti jeste njena generalizacija. Sigurno da paleontologija pokazuje izvesne evolutivne stupnjevitosti, ali ona isto tako pokazuje nagle promene. Teško je, štaviše, shvatljivo kako se kao povoljne mogu selekcionisati varijacije čija se prednost još nije manifestovala. I čak je teško videti kako mogu biti povoljne neke prelazne forme — ukoliko ih je bilo — između prednjih ekstremiteta insektivornog sisara i krila slepog miša. Evolucija, dakle, u nekim slučajevima može biti kontinuirana, a u drugim diskontinuirana.

Ukoliko se isključi regresivna evolucija parazita, treba još objasniti smisao evolucije, njenu orijentaciju ka složenosti. Svesni činjenice da sintetička teorija nije mogla da reši jedan broj problema, neodarvinisti nisu, dakle, okle-

vali da je upotpune uključujući u nju jednu novu promenljivu, vlastito ponašanje jedinki.

Uloga ponašanja

Oko 1970. godine ortodoksni neodarvinisti poput Mejra i Monoa, praćeni drugima, predložili su da se značajna uloga u evolutivnom procesu prida ponašanju, a da, pri svemu tome, nisu prihvatili jeretički princip nasleđivanja stečenih karaktera, koji su nekada isticali Lamark i Darvin.

Evo jednog dobro poznatog teksta: "Specifične interakcije, koje delom 'bira' sam organizam, jesu one koje određuju prirodu i orijentaciju selektivnog pritiska koji on trpi [...] Ako su se tetrapodni kičmenjaci, kakve predstavljaju vodozemci, gmizavci, ptice i sisari, pojavili i mogli da ponude najveći procvat, postali su zato što je neka primitivna riba 'izabrala' da ode da ispita kopno na kome nije mogla da se premešta bez neprestanog poskakivanja"[9]. Ali, zašto su neki sisari "izabrali" da se vrate u more? Isto tako iz Mejrovog pera (1970): "Evolucionisti sve više i više uviđaju pravi značaj ogromne induktorske uloge ponašanja u transspecijskoj evoluciji" (str. 401)[10]. I, nešto dalje: "Ponašanje možda predstavlja najjači selektivni pritisak koji dejstvuje u životinjskom carstvu" (str. 427). Na svojim predavanjima iz 1978. godine Mejr (1981) se izražava još jasnije: "Sada je, dakle, očigledno da je ponašanje jedan

---

[9] Monod, 1970, str. 141–142.

[10] Kada su tekstovi stranih autora publikovani u francuskom prevodu, naznačena paginacija odgovara paginaciji francuskog izdanja navedenog kao referenca. (Prim. prev.)

od pokretača evolucije ili, drugim rečima, da promena u ponašanju dolazi kao prva i da je uzrok strukturnim promenama" (str. 145). Lamark nije rekao ništa drugo. Evo nas, dakle, zaista daleko od klasičnog neodarvinizma. Mejr se, pri svemu tome, ne izjašnjava o *mehanizmu naslednih* strukturnih varijacija koje indukuje ponašanje. Ali uz sve to, ova modifikovana verzija sintetičke teorije, koja u evoluciju uvodi momenat ponašanja, uspostavlja ravnotežu između uspostavljanja para otvaranjem i uspostavljanja para zatvaranjem između živog bića i njegove okoline.

U novije vreme A. Vilson (A. Wilson, 1985), branilac sintetičke teorije, priznavao je da je neodarvinizam uglavnom zanemarivao efekte "sposobnosti inovacije i podražavanja mozga ptica i sisara" na evoluciju. Ovu sposobnost potvrđuju, između ostalog, dva čuvena primera, primer britanskih senica i japanskih makaka. Sećamo se da su se u jednom periodu senice Ujedinjenog Kraljevstva navikle da otvaraju boce sa mlekom da bi pojele skorup i da se za dvadesetak godina ova praksa proširila na sve populacije senica. Na nesreću, korišćenje kartonske ambalaže stavilo je tačku na ovakvo ponašanje pre nego što su biolozi mogli da vide da li to ponašanje jeste ili nije praćeno genetičkom promenom. Pronalazak do koga su došli japanski makaki–majmuni sa ostrva Košima još je interesantniji, jer je on delo mlade majmunice koja se jednog dana snabdela starim drvenim poslužavnikom i na njega stavila nekoliko slatkih krompira koje je požurila da opere u vodi obližnjeg izvora pre nego što ih je pojela. Pošto je operacija bila završena, drugi majmuni su se otimali o poslužavnik da bi ponovili gest svoje mlade srodnice. Jedno takvo ponašanje objašnjava se činjenicom što se ovi majmuni veoma staraju

o čistoći svoje hrane. Drugi put ista majmunica je na obali otkrila raspuklu kesu pšenice, čija su se zrna izmešala sa peskom. Ona je onda ušla u more, čega se makaki inače užasavaju, i u njega bacila šaku zrnevlja uprljanih peskom. Zrnevlje je plivalo; pokupila ga je da bi ga pojela. Drugi majmuni su je podražavali i na kraju su se svi navikli da se kupaju. Štaviše, jedan majmun iz ove grupe, prenesen u jednu drugu grupu makaki-majmuna, svoje saplemenike brzo je naučio da peru hranu i da se kupaju u moru[11].

Za A. Vilsona, koji je nameran da po svaku cenu spase neodarvinizam, pojava novog ponašanja, novog načina ispitivanja sredine, podvrgava vrstu jednom novom selektivnom pritisku koji dozvoljava da se fiksira korelativna mutacija novine. Jedno takvo objašnjenje jedva da je primenljivo na prethodne slučajeve, u kojima ništa ne navodi na pomisao o mutaciji niti o selektivnom pritisku, već mnogo pre na neočekivanu invenciju i kolektivno učenje. Mnogo su interesantnija posmatranja ovog autora prema kojima je kod kopnenih beskičmenjaka anatomska evolucija tim brža što je zapremina mozga, u odnosu na telo, veća. To, drugim rečima, znači da što je mozak živih bića razvijeniji, ona su sposobnija da menjaju ponašanje i da je, dakle, ponašanje jedan od pokretača evolucije, bez sumnje jedini kod hominida. Ovo je samo potvrda Mejrovog mišljenja... i Lamarkovog. Kasnije ću izneti Pijažeovo gledište o ovom važnom pitanju.

[11] Navedeno prema Chauvin, 1985, str. 163.

Molekularna biologija

Uvođenje promena u ponašanju kao jednog od uzroka strukturnih promena uveliko je izmenilo prvobitnu oštrinu neodarvinističke teorije evolucije. Mogli smo se, dakle, nadati da joj molekularna biologija vrati njenu početnu čistotu i da potvrdi njena tri fundamentalna principa: mutaciju, selekciju, stupnjevitost. Danas izgleda da takve nade još uvek nisu osnovane.

Otkriće genetičkog polimorfizma vrsta pružilo je veoma jak argument protiv klasične teorije. Prema neodarvinizmu bi, naime, populacija, zahvaljujući prirodnoj selekciji, trebalo da obuhvata glavninu homozigotnih jedinki koje, kao "najsposobnije" alele, poseduju dva istovetna alela istog gena. No, ono što se primećuje upravo je suprotno. U okrilju jedne iste vrste, heterozigoti su u većini, drugim rečima, polimorfizam predstavlja pravilo. Levontin (Lewontin) i Habi (Hubby) u svom članku iz 1966. godine[12] prvi put su za to pružili očevidan dokaz. Koristeći tehniku elektroforeze proteina, mogli su da izračunaju prosečnu količinu heterozigotnosti vrsta, filuma i carstava. Biljke su tako heterozigotne za 17% svojih gena, beskičmenjaci za 13%, a kičmenjaci za 6%. Ali, kako elektroforeza otkriva samo 25% stvarne varijabilnosti, heterozigotnost je, dakle, od 30% do 50%, što je značajno i dozvoljava da se naslute velike fenotipske *norme reakcije* i, posebno kod kičmenjaka, velike sposobnosti adaptacije bez promene genotipa. Polimorfizam gena, od kojih je najznačajniji polimorfizam HLA sistema, objašnjava adaptivne fe-

[12] Navedeno prema Lucotte, 1978.

nomene poput industrijskog melanizma mnogobrojnih leptirova i otpornosti bakterija na antibiotike. Razmotrimo detaljnije slučaj industrijskog melanizma. Početkom XIX veka većina brezovih zemljomerki bila je bledožućkasto -bele ili sivo-bele boje, dok je crni melaninski tip bio redak. Godine 1895. u velikim industrijskim regionima, posebno Birmingema i Mančestera, 98% ovih leptirova bilo je melaninskog tipa. Čađ fabričkog dimnjaka zacrnela je koru breze omogućavajući pticama da lako otkriju bele leptirove. Danas su, pod uticajem smanjenja zagađenja, breze ponovo postale bele, a melaninski varijetet je postao redak. Fenomen je primećen na više od 100 vrsta leptirova.

Značaj genetičke varijabilnosti pokazuje da prirodna selekcija, čuvajući samo najbolje gene, zaista ne ujednačava genetički osnov svake vrste. To je navelo Mejra (1981) da kaže kako genetički varijabilitet postavlja velike probleme klasičnoj teoriji evolucije. Postojanje ovog biohemijskog polimorfizma vrsta predstavlja osnovu Kimurine (1980) neutralističke teorije, prema kojoj su one mutacije koje su za njega odgovorne, neutralne.

Ista je stvar sa jednim drugim pojmom koji je donela molekularna biologija, sa pojmom molekulskog časovnika, koji počiva na činjenici da se, u dugim vremenskim periodima, mutacije DNK događaju u relativno pravilnom ritmu, skoro stalnom od vrste do vrste. Kako svakoj tačkastoj mutaciji DNK odgovara promena jedne amino–kiseline u proteinu, da bi se ustanovio ritam časovnika, dovoljno je poznavati broj izmenjenih amino–kiselina u datom vremenu. Kod dve savremene vrste proistekle od zajedničkog pretka, čija se starost sa sigurnošću zna, kod jednog istog proteina prebrojavaju se amino–kiseline koje

su različite, drugim rečima prebrojavaju se mutacije koje su se dogodile između trenutka u kome je živeo zajednički predak i sadašnjeg vremena; ali, ne treba izgubiti iz vida mogućnost rekombinacije među nekim lokusima. Dok je ritam mutacija dosta pravilan, on nije kod svih proteina niti, sledstveno tome, kod svih nizova baza DNK isti; nizovi baza koji se najsporije menjaju trpe najjače funkcijske prinude, one koje će svojom mutacijom direktno izmeniti funkciju proteina. Zahvaljujući takvim istraživanjima, bilo je moguće dosta dobro ponovo prikazati molekulsku evoluciju kako DNK tako i proteina i ponovo uspostaviti filogenetska stabla tačnija od onih koja su uspostavljena na paleontološkim osnovama[13].

Najznačajniju činjenicu, pri svemu tome, predstavlja nedostatak korelacije između ritma tih tačkastih mutacija i ritma anatomske evolucije, kako je to predviđala neutralistička teorija. Nema vidljive veze između molekulske evolucije i strukturne i funkcijske evolucije. Žabe i sisari, na primer, koji su pretrpeli evoluciju u istom ritmu, nisu evoluirali na isti način. Neke žabe se nisu promenile već 90 Mg, dok su se sisari diverzifikovali u 16 redova. Prisiljeni smo, dakle, da zajedno sa Karsonom (Carson)[14], pretpostavimo postojanje dva sistema gena, od kojih je jedan otvoren, osetljiv na prirodnu selekciju najbolje prilagođenih fenotipova, dok je drugi zatvoren, čuvar koji osigurava stabilnost karakteristika vrste preko regulatornih gena i koji se brutalno menja samo delovanjem ekstremnih uslova. Bilo kako bilo, još uvek nije moguće uspostaviti preci-

[13] R. Doolittle, 1985; A. Wilson, 1985.
[14] Navedeno prema Blanc, 1982.

znu molekulsku vezu između genotipa i fenotipa, između DNK, morfologije i ponašanja.

Shvatiti evoluciju kao rezultat pravilne akumulacije malih mutacija ubuduće će biti nemoguće, utoliko pre što su mnogi autori[15] dokazali da genetički sistem poseduje mehanizme sposobne da ublaže greške i mutacije. On je sposoban da sam sebe ispravi, što je sreća, imajući na umu činjenicu da je neprestano izložen napadima virusa, prirodnih jonizujućih zračenja, UV zračenja i mnogobrojnih prirodnih i veštačkih proizvoda. U ispravljanju oštećenja genoma, drugim rečima, spontanih ili izazvanih grešaka koje se uvlače u nizove baza DNK, učestvuju različiti enzimi. Ispravljanje greške može se obaviti reverzijom ili isecanjem oštećenja, koje je praćeno pravilnom ponovnom sintezom, ili, pak, postreplikativnim isecanjem. U vezi sa ovim interesantno je zabeležiti da specifični enzimi za ispravljanje oštećenja nastalih delovanjem mutagenih alkilirajućih supstancija, na primer, mogu postojati u izobilju kod nekih jedinki, a biti gotovo odsutni kod drugih, što pokazuje u kolikoj su meri ljudi nejednako naoružani protiv agresija.

Ali, samoispravljački kapaciteti genoma ipak su ograničeni, a kada su nadvladani, u igru ulazi jedan jedini ispravljački sistem, sistem nazvan SOS, koji je proučavao Radman (1974). Zaustavljanje udvajanja DNK, izazvano radioaktivnim zračenjem ili hemijskim agensima, kod bakterije *E. coli* pokreće sintezu petnaestak proteina i dejstvovanje SOS sistema, osiguravajući tako preživljavanje ćelije, ali na uštrb tačnosti udvajanja. Ovaj sistem "vrši ispravljačku sintezu slučajnim umetanjem nekomple-

[15] Howard–Flanders, 1982; Hofnung, 1986.

mentarnih baza". Njegov efekat je, dakle, učestvovanje u preživljavanju bakterije i, naročito, u izazivanju eksplozivne genetičke diverzifikacije, što je Radmana (1985) navelo da kaže kako je reč o "lamarkističkom mehanizmu u okrilju darvinizma". Stoga je moguće razumeti kako je kod živog bića prilagođenog na stabilnu okolinu količina mutacija mala, pravilna i praktično neutralna, dok u okolini koja naglo ugrožava njegovo preživljavanje eksplozija genetičke diverzifikacije povećava šansu za pojavu mutanata otpornih na napadačke agense. Tako su bakterije voda koje rashlađuju nuklearne reaktore postale radioaktivno otporne. Eventualno otkrivanje SOS sistema, prisutnog kod bakterija, u višećelijskim eukariotima dovelo bi do ponovnog razmatranja uloge mutacija u evoluciji.

Molekularna biologija je takođe pružila druge podatke koji su poremetili našu viziju organizacije genoma. Kôd prevođenja nukleotida u proteine doista ostaje nepromenjen, ali, kako se ide ka složenijim oblicima života, postupno se, sa povećanom frekvencijom, pojavljuju sledeće genetičke modifikacije:

1) Prisustvo nekodirajućih nizova baza, nazvanih *introni*, koji rasparčavaju gene, suprotstavljenih *egzonima*, kodirajućim nizovima baza. Njihova funkcija nije sasvim jasno utvrđena, a ipak izgleda da oni čine 50% do 80% DNK čoveka. Oni bi, prema Danšenu (1985), predstavljali trag starih nizova baza i intervenisali bi u procesima isecanja–slepljivanja kodirajućih nizova baza. Fosili evolucije ili mesta naknadnih varijacija, oni svakako predstavljaju izvor varijabilnosti. Pri svemu tome ostaju zagonetka.
2) Ponavljanje kodirajućih i nekodirajućih nizova baza, ponekad veoma veliko, sve do milion i više puta. Ovo ponavljanje dovelo je do pretpostavke da je molekulska evolucija u većoj

meri determinisana nego slučajna i prouzrokovana prirodnom selekcijom. Ono, u svakom slučaju, ostvaruje značajnu genetičku preobilnost, redundantnost.

3) Polimorfizam genomskih sekvenci, koji se tumači postojanjem porodica gena, *izogena* — da ne govorimo o *pseudogenima* — među kojima postoje samo male razlike. Isti enzim kod iste jedinke nije apsolutno istovetan u dva različita organa, a u istom organu može se naći veliki broj srodnih polipeptida (npr. 21 izotubulin u mozgu odraslog pacova). Pored unutarindividualnog molekulskog polimorfizma postoji, dakle, i međuindividualni polimorfizam.

4) Prisustvo *transpozona*, gena sposobnih da menjaju mesto, koje je kod kukuruza otkrila Barbara MekKlintok (McClintock) i koji su od tada pronađeni kod retrovirusa, prokariota i svih eukariotskih životinja. Veliki broj ponovljenih sekvenci u stanju je da se premešta.

Iz ovih podataka proizašla je prava revolucija u našoj koncepciji gena. Ubuduće se genom više ne može posmatrati kao stabilna struktura koja se menja pod uticajem slučajnih mutacija, nego kao promenljiva i pokretna, začuđujuće dinamična celina[16]. Genom nije organizovan na striktno sekvencioniran način, nije sačinjen od niza omeđenih gena, nego predstavlja celinu koja podrazumeva gen kome prethode i koga prate regulatorni nizovi baza, ostvarujući mrežu mnogobrojnih interakcija. Iz ovoga proizlazi da evolucija bez sumnje beleži više genskih rekombinacija prenošenjem segmenata DNK i hromozomskih preuređenja nego tačkastih mutacija. Ne računajući to što regulatorni nizovi baza DNK koji nisu ni egzoni ni introni, ali su uključeni u gene, reaguju sa regulatornim proteinima i tako učestvuju u selektivnoj adaptaciji, menjajući gensku ekspresiju.

---

[16] Gros, 1986.

Najzad, ne treba zaboraviti da su Temin i Baltimor (Baltimore) 1970. godine otkrili postojanje inverzne transkriptaze, čime su ublažili strogost dogme koja je potvrđivala da je sekvenca DNK → RNK → protein jednosmerna. Zahvaljujući ovom enzimu, genetička informacija može pratiti povratni put od RNK do DNK. Retrovirusi ga koriste da bi preneli stranu informaciju na DNK ćelije koju su osvojili. Neki autori misle da je jedan takav proces mogao, u nekim slučajevima, igrati ulogu u evoluciji. Inverzno prepisivanje je, naime, opštije nego što se mislilo. Ono je takođe otkriveno u ćelijama kvasaca, insekata, sisara. U većini ćelija kičmenjaka pohranjeno je hiljade retrovirusnih neaktivnih gena čije je poreklo nepoznato. Različiti proizvodi inverzne transkripcije (retrotranspozoni, endogeni provirusi, retropseudogeni i rasejani elementi) toliko su mnogobrojni da bi mogli predstavljati do 10% genoma čoveka. Dok ovi podaci idu u prilog hipotezi o prvobitnom prenošenju genetičke informacije sa RNK na DNK, njihovo značenje nam je još uvek nepoznato[17].

Da bi evolucije bilo, potrebna je ne samo promena organizacije genoma nego, pre svega, povećanje informacije i pojava novih kodirajućih gena. Da bi objasnio ovaj aspekt evolucije, Ono (Ohno, 1980) je predložio teoriju duplikacije gena. Dok za stvaranje jedne genetičke novine mutacija izlaže opasnosti preživljavanje, duplikacija gena odobrava novinu ne izlažući opasnosti preživljavanje. Kako su gameti haploidni, poseduju samo jednu garnituru hromozoma, polnim razmnožavanjem ostvaruju se diploidna bića koja imaju dve garniture hromozoma, dve garni-

[17] Varmus, 1987.

ture gena. Ako je samo jedan gen obeležen mutacijom, ona uglavnom ostaje bez efekta, ali biva sačuvana sve dok nove mutacije ne dovedu do toga da se na njegovoj površini pojavi aktivno mesto koje će, ako je za preživljavanje korisno, stupiti u dejstvo i neće biti odstranjeno selekcijom. Tako proces evolucije ne bi bio povezan sa prirodnom selekcijom, nego sa mehanizmom koji gene čuva od njenog delovanja; taj mehanizam predstavlja duplikacija gena. Ona se može dogoditi u skladu sa dva modaliteta, bilo udvajanjem svih hromozoma bilo nejednakom razmenom DNK između dva hromozoma jednog istog para (*crossing over*), pa se onda dva gena nađu na istom hromozomu i govori se o duplikaciji u tandemu.

Dok se geni viših kičmenjaka uglavnom nalaze u dva primerka (diploidni su), jednaki (homozigotni) ili različiti (heterozigotni), stvar ne stoji tako sa cvetnicama, ribama i vodozemcima, kod kojih se obično primećuje poliploidija (tetraploidija i čak oktoploidija), što objašnjava kako žaba poseduje količinu jedarne DNK po ćeliji dva puta veću od čoveka. U toj perspektivi, Ono tumači introne kao neaktivne fosilizirane ostatke, nekodirajuće, kao neuspele promene udvojenih gena bez pojave aktivnog mesta na njihovoj površini. Strukturna evolucija velikog broja proteina, analiziranih na čitavoj životinjskoj lestvici, veoma se dobro može objasniti ako se pretpostavi postojanje sukcesivnih duplikacija. Takav je slučaj sa nekim enzimima ili sa hemoglobinom i mioglobinom, koji su proistekli iz duplikacije predačkog globina, ili sa imunoglobulinima (antitelima) ili, pak, još sa proteinskim hormonima čiju je filogeniju prikazao Fonten (Fontaine, 1984). Hormoni bliski hormonima kičmenjaka, poput insulina, susreću se, uostalom, kod beskičmenjaka i, čak, bakterija. Kod kičmenjaka, od

riba do sisara, evolucija strukture kortikoidnih hormona i hormona hipofize, koja se odvija u pravcu sve finije i finije regulacije i sve složenije i složenije specijalizacije, isto se tako dobro objašnjava teorijom duplikacije gena koju, dakle, treba posmatrati kao korisnu varijantu neodarvinističke teorije specijacije. Ovaj fenomen duplikacije sukcesivnim račvanjima ne primenjuje se samo na makromolekule nego i na organe. Već sam ukazao na njega u vezi sa čulnim sistemom kičmenjaka koji je, počevši od jedinog retikularnog sistema kod paklara, proizveo drugi sistem, lemniskalni, zatim treći sistem lemniskalnih interneurona, isto tako kao što su iz jednog lanca hemoglobina te iste paklare proistekli drugi (više ribe), treći (sisari) i najzad četvrti lanac svojstven primatima koji tako imaju četiri lanca hemoglobina α, β, γ, δ[18].

Teza stupnjevitosti nije u većoj meri izbegla kritike i preokrete od teza selekcije i mutacija. Podsetimo se da je 1859. godine T. H. Haksli (T. H. Huxley) pisao svom prijatelju Darvinu: "Na sebe ste natovarili teškoće bezrezervno usvajajući *natura non facit saltum.*" Iza stupnjevitosti, naime, kriju se dva pojma, pojam stalne brzine i pojam odsustva diskontinuiteta. Već se odavno znalo da brzina nije stalna, – dovoljno je setiti se eksplozije u kambrijumu; ali Eldridž (Eldredge) i Guld (Gould) (1972) nedavno su, u vezi sa evolucijom trilobita, pokazali postojanje diskontinuiteta. Tokom miliona godina prostor se ne menja, postoji zastoj, potom naglo gomilanje promena dovodi do nove vrste. U ovom slučaju autori govore o *punctuated equilibria.* Ravnoteže su odeljene brutalnim neravnotežama ko-

[18] Marty, 1981.

je se dotiču malih grupa marginalnih jedinki ili jedinki koje su promenile teritoriju. Naglost je, naravno, relativna, ona se prostire na hiljade i hiljade godina, za nas dugo, ali za evolucionistu i geologa kratko vreme. Karsonova teorija dvostrukog genetičkog sistema, glavne evolutivne promene i nastanak vrsta takođe objašnjava naglošću. Pod dejstvom slučajnih i katastrofičnih događaja, regulatorni sistem, neosetljiv na stupnjevite mutacije, naglo će se menjati. Nove vrste će se prvo umnožavati brzo, da bi potom propale pod udarom neke genetičke promene. Ovi ciklusi širenja i recesije označiće sudbinu vrste. Oni su, uostalom, primećeni na malim eksperimentalnim populacijama voćnih mušica. Pravi evolutivni diskontinuiteti mogu se takođe pojaviti kao nastavak brutalnih preuređenja gena, bilo na nivou gena bilo, pre, na nivou hromozoma, kao što pretpostavlja Gruči (Grouchy, 1981). Ova preuređenja sastoje se u inverzijama ili translokacijama, sa fuzijom ili kidanjem hromozoma, što osporava Ditrijo (Dutrillaux, 1982). Nema, naime, jednoznačnog odnosa između kariotipa, celine hromozoma i vrste. Ima različitih vrsta koje imaju isti kariotip, dok se mogu primetiti različiti kariotipovi u okviru iste vrste. Ali, što je broj hromozoma veći, značajnije je gensko mešanje (Dutrillaux, 1986). Evolutivni skokovi se, u svakom slučaju, uvek odnose na populacije nazvane osnivačkim, sa slabom delatnošću[19], koje, dakle, na nivou fosila ne ostavljaju tragove.

[19] U vezi sa ovim veoma aktuealnim diskusijama, upućujem čitaoca na Međunarodni kolokvijum CNRS br. 330: *Modalités, rythmes, mécanismes de l'évolution. Gradualisme phylétique ou équilibres ponctués?*, koje je izdao J. Chaline, Pariz, Izd. CNRS, 1983.

Zaključak ovog brzog pregleda dometa sadašnjih podataka i hipoteza jeste da je sintetička teorija duboko izmenila Darvinove teze, činjenice prikupljene u poslednje dve decenije potpuno su preradile klasični neodarvinizam koji se danas nalazi pred više problema nego što ih može rešiti. Zato je stalno u nemogućnosti da pruži novu zadovoljavajuću sintetičku teoriju. U tom slučaju postavlja se pitanje kako znati da li jedan od motiva tih teškoća ne treba tražiti u njenoj preteranoj vernosti principima zvanične nauke, u njenoj suviše ekskluzivnoj privrženosti analitičkom metodu dekompozicije svega na delove i pojmu spoljašnjeg kauzaliteta koji obavezno daje prednost prirodnoj selekciji i faktorima mutacije. Kasnije ću pokazati kako uzimanje u obzir komplementarnih stanovišta može obogatiti i obnoviti proučavanje mehanizama evolucije, kome je empirijsko istraživanje već toliko doprinelo.

NEKOLIKO JERETIČKIH VIĐENJA

Biološka evolucija u toj meri predstavlja složen proces da je do sada nijedna teorija nije mogla objasniti na zadovoljavajući način, pa otuda ima previše nagađanja. Da i ne pominjemo to da, ako se ima na umu činjenica da evolutivni procesi na zemljinoj kugli traju bar tokom 3,8 milijardi godina, potvrda neke teorije eksperimentalnim putem bez sumnje nije moguća. Ova situacija je navela Popera (Popper) da kaže kako nijedna teorija biološke evolucije nije naučna, jer se nijedna ne može apsolutno odbaciti. Ovo grubo prosuđivanje zaslužuje da bude ispravljeno. Jer postoje mnogobrojni, premda indirektni moćni argumenti koji su u stanju da jednu teoriju sruše a, kao što

ćemo videti, neka formalna istraživanja ne samo što dozvoljavaju da se teorija usmeri i da joj se odrede granice, nego otvaraju nove perspektive razmišljanja. Paradoksalno, evolucija neživе materije može pružiti povoda eksperimentalnim kontrolama, posebno u fizici, gde su teoretičari mnogo ambiciozniji i odvažniji nego u biologiji, u kojoj opreznost i poštovanje zvaničnih paradigmi predstavlja pravilo.

Jedva da je moguće napraviti iscrpan pregled svih teorija koje su ugledale svetlost dana tokom više od jednog veka, i zato ću se, da bih definisao dva velika toka ideja, zadovoljiti sa nekoliko primera. Jedan tok ideja živom biću pripisuje evolutivne sposobnosti koje otkrivaju njegove interakcije sa sredinom; drugi tok ideja, mnogo radikalniji, smatra da evolucija skoro isključivo proističe iz unutrašnjih faktora svojstvenih živom. Ali, i u jednom i u drugom slučaju uloga prirodne selekcije svedena je gotovo na nulu.

Hologeneza[20]

Lamarkovu teoriju o "moći života", shvaćenoj kao glavna, ali ne i isključiva pokretačka snaga evolucije, preuzeli su krajem XIX veka Keliker (Kölliker) i Negeli (Naegeli), a zatim je snažno podržao Roza (Rosa, 1918). Umesto da, poput Vajsmana, govori o *germinativnoj plazmi*, ili o genomu, ovaj autor govori o *specifičnoj idioplazmi* koja je, prisutna u svim ćelijama, sposobna da spontano evolui-

[20] U francuskoj verziji svoje teorije autor D. Roza sačuvao je italijansku ortografiju i pisao *ologeneza*. A. Burginjon je obnovio onu koju nameće francuski jezik.

ra, čak i ako se sredina ne menja, jer se evolucija, koja predstavlja "biološku nužnost", obavlja u datom pravcu. Ona proističe iz dihotomnog grananja, diferencijalnom deobom polnih ćelija, bilo da jedna vrsta proizvede dve nove i različite vrste bilo da proizvede samo jednu novu vrstu. Svaka vrsta poseduje "filogenetsku perspektivu", drugim rečima evolutivnu sposobnost koja joj je svojstvena. Ta bi se sposobnost, u skladu sa napredovanjem evolucije, smanjivala. Ako je vrsta B potekla iz vrste A, ili ako se vrsta A udvojila u vrste B i C, evolutivna sposobnost ovih novih vrsta bila bi manja od sposobnosti vrste A to dovodi bilo do progresivnog gašenja filuma bilo do njegovog zastoja.

Sve vrste su potekle, uzastopnim račvanjem, od jedne predačke vrste; ali, račvanja su uvek asimetrična. Jedna od vrsta evoluira brzo ("rana grana"), ali njena evolutivna sposobnost je manja od sposobnosti druge vrste koja evoluira sporije ("kasna grana"). Prva ima arhaičnu konstituciju, redukovanu diverzifikaciju, kraće trajanje života od druge vrste. Najzad, evolucija je stupnjevita, jer svako račvanje menja samo jedan određen karakter. Naravno, prirodna selekcija interveniše da bi odstranila vrste loše prilagođene na okolinu. Odsečnost Rozinih tvrđenja ponekad daje povoda smehu, ali njegova knjiga zaslužuje pažnju jer sadrži veliki broj podataka i najavljuje neke savremene koncepcije.

Pedomorfoza i neotenija

Da bi definisao slučajeve u kojima se reproduktivni kapacitet uspostavlja pre odraslog doba, Kolman (Kol-

lmann) je 1884. godine uveo pojam *neotenija*. Reč, prema tome, u početku označava ontogenetski fenomen. Kasnije je bila korišćena za označavanje jednog filogenetskog fenomena, koji se sastoji u tome da infantilni karakteri predačke vrste postaju karakteri odraslih kod vrsta koje su od nje potekle. Garstang (1922) je predložio da se za označavanje fenomena pre upotrebi termin *pedomorfoza*. Najzad, u vezi sa čovekom — na šta ću se vratiti — Bolk (1926) je govorio o *fetalizaciji*. Bilo kako bilo, izgleda da se do danas odista sačuvao samo termin neotenija.

Pedomorfoza, koja proističe iz endogenih procesa koji menjaju uslove razvića i tumače se usporavanjem ili zaustavljanjem sazrevanja ili, ponekad, ubrzavanjem, imala je, prema Garstangu, značajnu ulogu u evoluciji. Uostalom, on je evoluciju kičmenjaka shvatao kao pravu kaskadu pedomorfoza. Po Vandelu (1968) pedomorfoza predstavlja stvarni "proces podmlađivanja" koji obnavlja evolutivnu sposobnost vrsta. Jedna veoma specijalizovana vrsta, naime, uvek predstavlja evolutivni ćorsokak, kao što odrastao organizam predstavlja završetak razvića. Jedino još vrste koje su u maloj meri specijalizovane poseduju evolutivne sposobnosti, poput deteta čiji su razvojni potencijali ogromni. U svakom slučaju videćemo da ova teorija, koju je preuzeo Guld (1977), veoma dobro objašnjava neke vidove evolucije, naročito hominida.

Teorija fenokopije

Polaznu tačku Pijažeovog razmišljanja predstavljaju njegova istraživanja koja se, s jedne strane, odnose na gasteropodne mekušce (*Limnaea stagnalis*), a sa druge, na Crassulaceae (*Sedum sediforme*). Na putu koji je otvorio

Lamark, a koji su nastavili Boldvin (Baldwin) i Vadington, Pijaže (1974, 1976) je razradio teoriju evolucije zasnovanu na pojmu *fenokopije*, teoriju koju ću u nastavku izložiti. U odnosu na svoju okolinu — od koje zavisi prirodna selekcija — svaki organizam je u stanju nestabilne ravnoteže, ali je, isto tako, u nestabilnoj ravnoteži i u odnosu na samog sebe. Svaki put kada je ravnoteža između organizma i sredine poremećena, dejstvuje "spoljašnja" (prirodna) selekcija. Kada se neravnoteža uspostavi između celine i delova organizma, deluje "unutrašnja" selekcija. Svaki novi, nepredviđeni događaj, bilo da je spoljašnji (promena klime, izvora hrane, itd.) ili unutrašnji (promena ponašanja, na primer), izaziva neravnotežu (dezorganizaciju). Zadatak koji se tada postavlja pred organizam jeste da "nadoknadi" dezorganizaciju, ma koliko dugo ona trajala ili se širila. U klasičnoj teoriji evolucije naglasak je stavljan na spoljašnje faktore promene ("uspostavljanje para otvaranjem"), dok Pijaže insistira na unutrašnjim faktorima dezorganizacije i promena ("uspostavljanje para zatvaranjem"). Pravi "pokretač evolucije" su "svojstvena ponašanja" jedinke koja svojom ispitivačkom aktivnošću nastoji da proširi nastanjivu sredinu, onu koja se može ispitati ili upoznati.

Ukoliko ne izbegava uzrok dezorganizacije, jedinka može težiti uspostavljanju ravnoteže posredstvom tri moguća procesa, poništavanjem ili deformacijom, popuštanjem ili potpunom integracijom. Integracija, zahvaljujući unutrašnjoj promeni samoorganizatora unutrašnje rekonstrukcije, predstavlja optimalni proces. Priroda ove rekonstrukcije tada zavisi od nivoa na kome ona posreduje. To može biti nivo viši od delatnog i kognitivnog sistema, ka-

ko ga Pijaže naziva, intermedijarni nivo epigenetičkog sistema ili nivo niži od genetičkog sistema. Ako je povratak u ravnotežu osvaren bez trajnog sukoba, posredstvom jedino delatnog i kognitivnog sistema, promena ne dovodi ni do kakve evolutivne posledice. Uravnotežavanje posredstvom epigenetičkog sistema ostvaruje se uključivanjem gena koji su do tada bili neaktivni, posebno kod mladih, čiji su brojni organi, naročito nervni sistem, tokom perioda razvića obdareni velikom plastičnošću. Povratak u ravnotežu onda se ispoljava promenom fenotipa, čija širina zavisi od fenotipskih "normi reakcije" vrste. Naprotiv, ako nadoknada dezorganizacije nije bila moguća na prethodnim nivoima, ili ako je novi fenotip stvorio neravnoteže na nižem nivou, dezorganizacija dostiže genetički sistem koji može, neuspešno ili uspešno, da se efikasno samoorganizuje restrukturiranjem gena. Ako je povratak u neravnotežu osiguran, on se onda ispoljava *fenokopijom*, kopijom fenotipa, novim stabilnim genotipom koji je bolje adaptiran od prethodnog i koji se nasledno prenosi. Ova novina, zahvaljujući već samoj interakciji svih nivoa, odraziće se sve do viših nivoa organizacije. Celina ovih procesa odvija se pokušajima, probama i greškama, a nesumnjivo da su porazi brojniji od uspeha. Takva je, sasvim ukratko izložena, teorija koju je predložio Pijaže, a u prilog kojoj govori primer biljaka. One, budući da ne mogu da menjaju mesto i da nemaju nervni sistem, ne mogu izmišljati nova ponašanja i zato su, suprotno životinjama, kod kojih je organizaciona hijerarhija beskrajno šira, tokom geoloških perioda pretrpele samo malobrojne izmene. Doista, "svojstvo ponašanja je da neprestano samo sebe prevazilazi i da tako obezbedi svoj glavni pokre-

tač evolucije" (1976, str. 169). Svojstvo genoma je pak da se ne menja lako i da se manje ili više verno ponavlja.

Danšen (1985) se čvrsto suprotstavio ovoj teoriji, koja, u njegovim očima, nema pravo da ponovo uvodi lamarkizam u okrilje darvinizma jer, prema njemu, lamarkistička hipoteza nasleđivanja stečenog "fizički je nemoguća" zbog činjenice da bi prelazak od proteina na DNK zahtevao divovska energetska ulaganja. Danšen smatra da postoje dva nasleđivanja, jedno genetičko (nasledno prenošenje strukture DNK), drugo epigenetičko (nasledno prenošenje fenotipa). Fenokopija ne odgovara upisivanju fenotipa u genotip, nego održavanju indukcije gena koji je ostao latentan i nije imao prilike da se izrazi. U slučaju dva enzima, galaktozidaze i laktozne peroksidaze, kojih nema kada sredina za gajenje ne sadrži laktozu, ovaj fenotip, postavši nasledan bez modifikacije genotipa, zaista je zapažen kod *E. coli* (kolibacila). Na istom planu ideja ćelijsko diferenciranje se ne može razmatrati kao epigenetički nasledni fenomen koji zavisi od uslova ekspresije gena.

Na ovo iritirajuće pitanje nasleđivanja stečenih osobina vratiću se jer ne mislim da je Danšenova kritika definitivno razrešila ovaj problem.

Prvenstvo prinuda i unutrašnjih povezanosti

Pišo (1980) se takođe bavio teorijskim problemima koje postavlja evolucija. Po njemu, svako živo biće zavisi od svoje unutrašnje organizacije koja usaglašava delove u celinu, od svojih reakcija na spoljašnju sredinu koje moraju sačuvati njegovu unutrašnju povezanost i povezanost sre-

dine, i, najzad, od svoje sposobnosti da izmeni unutrašnju strukturu i/ili svoju sredinu, ne kao odgovor na nju, nego akcijom internog porekla neophodnom za održavanje unutrašnje i spoljašnje povezanosti.

Unutrašnje informacije živog bića (genom) odgovorne su za njegovu strukturu i koherentnost. Ono je istovremeno i samostalno i zavisno od sredine. Određuje se u odnosu na sredinu i sredinu određuje u odnosu na sebe. Živo biće u sredini razlikuje ono što za njega ima značenje, što poseduje informaciju koju treba uzeti u obzir (neka materija, neka forma energije, koje imaju informativnu prirodu). Ali, broj spoljašnjih informacija nije za njega značajan i ono "zna" da ne treba da ih uzme u obzir, dok za druge ne "zna" šta sa njima treba da uradi. Živo biće, dakle, u funkciji svojih unutrašnjih informacija, definiše svoju sredinu i daje joj koherentnost, povezanost koja odgovara njegovoj. Zato ono od sredine "očekuje" izvesne neophodne precizne informacije. Za svako živo biće u okviru iste okoline sredina je različita; živi entitet postoji sam za sebe i sam po sebi, ali ovaj kružni determinizam nije savršen, budući da nijedan materijalni entitet nije potpuno nezavisan od svih mogućih uslova sredine.

Evolucija počinje samoorganizujućom ćelijskom strukturom i nastavlja se kvalitativnim i kvantitativnim povećanjem rezerve unutrašnjih informacija. Prirodna selekcija, dakle, ima samo jednu, sasvim dodatnu ulogu. Unutrašnja selekcija, koja odstranjuje sve što ne poštuje unutrašnju povezanost, mnogo je značajnija, ali ona ne ostavlja trag (smrt gameta, oplođenih jajnih ćelija, itd.). Konačno, unutrašnje prinude su u evolutivnom procesu određujuće u onoj meri u kojoj je samostalnost, a ne prilagođenost ta od koje zavisi održavanje života.

Što je nivo organizacije značajniji za koherentnost, on manje evoluira; što je manje značajan, sposobniji je za veliki broj konfiguracija. "Smisao evolucije je smisao bolje definicije živog entiteta u odnosu na njegovu okolinu. To znači da se sve većem broju spoljašnjih elemenata pridaju značenja" (str. 154). Autonomija i zavisnost rastu, dakle, paralelno, i kôd prevođenja spoljašnjih informacija postaje sve složeniji i složeniji, čime se učvršćuje unutrašnji determinizam. Prvi uslov da jedan živi entitet postoji jeste da bude odvojen od sredine membranom koja, svojom polarizovanošću, razlikuje spoljašnjost od unutrašnjosti. Prva membrana je nesumnjivo prouzrokovala genom. Membrana prima spoljašnje informacije, a genom nosi unutrašnje informacije.

Pišo zaključuje da objašnjenje evolucije slučajnošću mutacija i prirodnom selekcijom ne bi trebalo smatrati naučnim, jer ova dva procesa tumače sve, a ne objašnjavaju ništa. Ostaje, dakle, da se sazna kako se ostvaruje kvalitativno i kvantitativno povećanje rezerve unutrašnjih informacija.

Fluktuacije i katastrofe

Pitanje evolucije je u toj meri za čoveka važno da mu svako u svojoj viziji sveta čuva izvesno mesto. Ne treba se, dakle, čuditi što su jedan hemičar poput Prigožina (1972, 1986) i jedan matematičar poput Toma (1972) držali do toga da izraze svoje mišljenje u vezi sa njom, tim pre što su, i jedan i drugi, u različitim oblastima, posvetili veliki deo svojih radova procesima promena.

Iz termodinamičkih ispitivanja nepovratnih procesa Prigožin je razvio ideju da je jedan fizičko-hemijski sistem, pod delovanjem fluktuacija nastalih u njegovom okrilju, sposoban da prouzrokuje red, da stvori novinu. Termodinamika o kojoj je reč nije termodinamika na molekulskom ili podmolekulskom nivou, nego termodinamika nadmolekulskih nivoa, u vezi sa kojom je Prigožin stvorio izraz *disipativne strukture*, izraz u kome se spajaju komplementarni pojmovi reda i rasipanja materije i energije. U takvim strukturama ili organizacijama, daleko od termodinamičke ravnoteže maksimalne entropije, proizvode se, počev od izvesne kritične tačke, "grananja", drugim rečima, promene stanja, prelaženje iz jedne faze u drugu. U tački grananja dolazi do fluktuacije, prvo mikroskopske, a zatim se širi sve dok ne proizvede promenu stanja. To predstavlja zakon reda kroz fluktuaciju. Takvi fenomeni primećuju se u mnogim fizičko-hemijskim sistemima (Benarove /Bénard/ nestabilnosti, autokatalitičke reakcije, itd.). U blizini tačke račvanja sve se događa kao da je sistem "mogao da bira" između dva načina funkcionisanja. Ovi lokalni događaji proširuju se zatim na čitav sistem koji se onda ponaša kao celina. Ako, naprotiv, okolina amortizuje oscilacije, stanje se ne menja. Pri svemu tome, što je sistem složeniji, veći su rizici da izvesne fluktuacije postanu opasne; ali, u složenim sistemima haos je izbegnut velikom brzinom razmene informacije. Pojmovi fluktuacije i račvanja su fundamentalni, jer oni ukazuju da se prelazak na viši nivo organizacije obavlja naglo, i sistemima izvan ravnoteže daju istorijsku dimenziju.

Sva stanja neravnoteže jednog sistema osetljiva su na fluktuacije svoje unutrašnje aktivnosti, na strujanja koja ih čine, u sredini u kojoj se nalaze i, sledstveno tome, na

uvođenje novih sastavnih delova. U živim bićima jednog od pokretača evolucije predstavljalo bi umnožavanje greške u kopiranju genetičke poruke (fluktuacija). Međutim, kao što je Ejgen (Eigen) pokazao, par nukleinske kiseline-proteini posebno je otporan na greške, drugim rečima na mutacije.

Prigožin pridaje malu efikasnost prirodnoj selekciji, jer inovaciju odabira sredina u čijem stvaranju je ona učestvovala. Logika evolutivnog sistema nije, dakle, jednostavno logika zahteva sredine, na koje se on prilagođava obično spontano. Mala stabilnost dinamičkih sistema izvan ravnoteže daje im slučajni neukrotiv karakter, pa njihov nastanak ne može da se predvidi. Živi sistemi, štaviše, evoluiraju u funkciji dva međusobno zavisna vremena, jednog koje je izvan organizama i drugog koje je unutrašnje, i moglo bi se nazvati biološkim vremenom.

U *Novom savezu* (1979) Prigožin i Stendžers svoja razmišljanja zaključuju insistirajući na činjenici da unutrašnji procesi sistema igraju glavnu ulogu u evoluciji: "Termodinamika nepovratnih procesa otkrila je da strujanja koja prolaze kroz neke fizičko-hemijske sisteme i udaljavaju ih od ravnoteže mogu da podržavaju spontane samoorganizujuće procese, narušavanja simetrije, evolucije ka složenosti i različitosti koje se povećavaju" (str. 271).

Rene Tom se u *Strukturnoj stabilnosti i morfogenezi* (1972) takođe dotakao problema evolucije, ali sa sasvim drukčijim pretpostavkama. On, naime, misli "da u biologiji postoje formalne strukture – u stvari geometrijska bića – koje u datoj sredini propisuju jedine moguće oblike koje može imati dinamika samoumnožavanja" (str. 287). On, međutim, odbacuje finalističku ideju prethodno uspostav-

ljenog plana evolucije i misli da se evolucija pre odvija u skladu sa lokalnim determinizmom.

Poput Pijažea, Tom usvaja pojam endogene selekcije i, sa različitom formulacijom, pojam fenokopije; sledstveno tome, prihvata pojam nasleđivanja stečenih karaktera, posebno pod delovanjem neuobičajenih nadražaja. Ali, u celini procenjuje "da je u velikim evolutivnim transformacijama uticaj sredine igrao samo relativno drugostepenu ulogu" (str. 290). Najzad, poređenje između bakterija i metazoa dovodi ga do zaključka da bi na neki način metazoe mogle posedovati "univerzalni model koji sadrži ukupnost figura regulacije vrsta; topologija koja vlada u ovom univerzalnom modelu manje bi odražavala filogenetsko srodstvo od funkcionalnih interakcija vrsta. [...] Veliki evolutivni pomaci istorije bili bi onda opisani globalnim deformacijama tog univerzalnog modela" (str. 291). Međutim, on je svestan udela spekulacije u njegovim pogledima.

Još bih morao da izložim najprodubljenije teorije, Atlanovu i Vinivarterovu (Winiwarter), ali uradiću to kasnije.

ZAKLJUČAK

Jedini cilj pregleda ovih nekoliko teorija, jeretičkih u poređenju sa zvaničnom doktrinom neodarvinizma, jeste da pokaže kako sintetička teorija više nije jednoglasna, kako se sumnja uvukla u duhove, i kako se najavljuje kriza koja će biti razrešena otkrićem neočekivanih činjenica, dovoljno čvrstih da bi jedna nova teorija mogla biti stvorena.

Zaista sam iznenađen kontrastom koji danas — i već odavno — postoji između smelosti i slobode mišljenja teoretičara fizike, čije spekulacije često idu ispred empirijskih otkrića, i ponekad bojažljive i usiljene prirode nekih biologa koji se čuvaju preteranosti hipoteza suprotnih dogmi sintetičke teorije. Oni ih, štaviše, preziru ili ignorišu. Kada je Fransoa Žakob (François Jacob, 1981) u vezi sa evolucijom upotrebio trivijalan pojam "svaštarenje", bilo je to, pretpostavljam, zato da bi humorom suzbio dogmatizam neodarvinista; u svakom slučaju učinio je da blagotvoran svež vazduh prostruji svetom biologije. Najveću prepreku napretku teorijskog mišljenja u oblasti evolucije predstavlja nužna i nezaobilazna usitnjenost istraživanja u disciplinama uvek sve mnogobrojnijim i složenijim, i "savremenijim", prepreka teže savladiva od tehničkih i finansijskih ograničenja koja su još uvek veća u fizici visokih energija.

Videli smo neka od krupnih pitanja koje molekularna biologija postavlja sintetičkoj teoriji; uprkos tome, Stebins (Stebbins), jedan od Očeva-Zasnivača teorije, i Ajala (Ayala, 1985) ostaju uvereni u njenu dugovečnost. Misle da bi se ona mogla prilagoditi bez revolucije, što bi zaista predstavljalo novost u istoriji nauka.

4

PROMENA PERSPEKTIVE

EVOLUCIJA KAO SAMOORGANIZACIJA

Radovi mnogih autora, posebno Atlana i, u novije vreme, Vinivartera, potvrđuju heurističku moć teorijskog istraživanja. Unapred znamo da je svet uređen, da se svaki odnos, determinisan ili slučajan, pokorava zakonima. Kao i u fizici, teorijsko istraživanje u biologiji menja naše koncepcije, podrazumevajući tu i one koje se odnose na evoluciju.

U *Biološkoj organizaciji i teoriji informacije* (1972) Atlan misli da se put koji vodi od DNK do proteina može izjednačiti sa putem prenošenja genetičke informacije. Iz Šenonove teorije informacije nastao je pojam samoorganizacije, drugim rečima stvaranje reda iz "šuma" (von Foerster) ili, tačnije, složenosti iz šuma (Atlan). Posmatrano sa ovog stanovišta, prema Atlanu, vrsta koja je sposobna da evoluira samo je "poseban slučaj samoorganizujućeg sistema koji karakteriše velika početna redundancija udružena sa velikom pouzdanošću" (1972, str. 275). U seriji nedavnih članaka (1983, 1985*a–b*, 1986), polazeći od istih prin-

cipa kao Atlan, Vinivarter se poslužio drukčijim sredstvima — jer se oslonio na Paretov zakon raspodele — da bi na kraju došao do istog zaključka: evolucija je istorija samoorganizacije materije u sve složenije i složenije sisteme. Sada je, dakle, neophodno tačno odrediti i definisati ključne pojmove teorije samoorganizacije.

Organizacija (nasuprot dezorganizaciji) predstavlja karakteristično stanje sistema u kome se, čim se ne otkrije nikakav organizujući pokretač, ističe izvestan red pripisiv vidljivom "slučaju". Taj red, koji se može izraziti pojmovima informatike, uglavnom podrazumeva strukturiranje u nivoe i nameće postojanje igre interakcija sistema i njegove sredine (otvoren sistem). On zavisi od karaktera preobilnosti sistema (strukturni karakter) i od njegove pouzdanosti (funkcijski karakter), koja na neki način predstavlja funkcijsku redundanciju.

Organizacija je kompromis između maksimalne preobilnosti sistema (svi sastavni delovi su ekvivalentni) i njegove maksimalne raznolikosti (redundancija je jednaka nuli). Zavisno od dinamike varijacija informacije u okviru sistema, moguće je razlikovati više tipova organizacije. Pod dejstvom slučajnih i nepoznatih faktora, sistem se može potpuno dezorganizovati ili dostići dezorganizaciju koja utiče na neki nivo, transformišući ga u funkcijsku složenost na jednom drukčijem nivou.

Složenost predstavlja odliku organizovanih sistema. Za Atlana ona je rezultanta njihove redundancije koja neće biti jednaka nuli, i njihove pouzdanosti. Za Vinivartera ona zavisi od četiri svojstva:

1) od velike raznolikosti sastavnih delova obdarenih funkcijskim specijalizacijama;

2) od organizacije sastavnih delova u nivoe različite vrednosti;
3) od velike raznolikosti odnosa među nivoima koji se iskazuju spojenošću;
4) od sila interakcije između nivoa.

Prva dva aspekta se u mnogim sistemima mogu kvantitativno izraziti. Oni odgovaraju količini informacije sistema. Druga dva aspekta, koja Vinivarter izjednačava sa redundancijom, ne mogu se kvantitativno izraziti, izuzev u manje složenim sistemima kakve predstavljaju atomska jezgra. Oni određuju "unutrašnju povezanost" ili "sinergiju" sistema. Kod živih sistema, u kojima se ne mogu kvantitativno izraziti, predlažem da se kao indeks povezivanja uzme broj neurona ili sinapsi nervnih centara (ganglija ili mozga) u odnosu na telesnu zapreminu, a kao indeks unutrašnje povezanosti broj ulaznih i izlaznih neurona sistema u odnosu na broj neurona smeštenih između ulaznih i izlaznih, pre nego metabolički indeks.

Pojam *redundancije*, preuzet iz lingvistike gde označava višak reči[1] koje imaju isti smisao, koristi se u teoriji informacije. Jedan od aspekata složenosti sistema je *redundancija*, drugim rečima ponavljanje jednog strukturnog ili funkcijskog modula. Genetički kôd je redun-dantan jer 64 različita kodona DNK kodiraju samo 20 amino-kiselina i nekoliko interpunkcijskih znakova. Ponavljanje, ponekad sve do milion puta, istog niza baza DNK, postojanje nekodirajućih gena (introna) i udvojenih neaktivnih gena, predstavljaju indekse redundancije. Plućno krilo, bubreg, deo jetre mogu se odstraniti bez štete po organizam zato

[1] Ne samo reči već isto tako i foneme. Redundancija smanjuje parazitske "šumove" koji sprečavaju prenošenje poruke.

što su ovi organi visoko redundantni. Ali, nesumnjivo da mozak ima najveću redundanciju.

Pouzdanost jednog sistema izražava njegovu otpornost na slučajne poremećaje, na "šum", rečeno jezikom teorije informacije. Ona je jedan od vidova složenosti sistema, stepena njegove organizacije. Što je ona veća, verovatnoća pojave greške je manja. Ona podrazumeva minimum inercije. Može biti funkcijska i/ili strukturna.

Samoorganizacija se sastoji u tome što faktori šuma okoline ili poremećaji u unutrašnjosti sistema (disipativne strukture) povećavaju količinu informacije sistema, uz njeno istovremeno smanjivanje nagomilavanjem grešaka. Da bi ovi efekti postojali zajedno tako da ne blokiraju ili dezorganizuju sistem, potrebno je da sistem bude obdaren složenošću, dakle da poseduje dovoljnu redundanciju i pouzdanost. Sposobnost samoorganizacije zavisi od vrednosti redundancije i pouzdanosti, kao i od njihovog odnosa. Kada sistem trpi slučajne poremećaje i kada je njegov kapacitet samoorganizacije dovoljan, umesto da bude uništen, on reaguje usložnjavanjem. Ova reorganizacija proizvodi nove osobenosti, nepredviđene u pojedinostima i svojoj specifičnosti, što je jednako samostvaranju značenja i podrazumeva izvesnu količinu nedeterminisanosti. Onda se može reći da se sistem sâm organizuje, da je samoorganizujući. Ukoliko slučajni odnos predstavlja izvor uništenja ili stvaranja, koje mu *a posteriori* pruža smisao, struktura, organizacija sistema je, dakle, ta koja determiniše.

Atlan i saradnici (1981) su, uostalom, uspeli da eksperimentalno, na relativno jednostavnoj veštačkoj mreži, sastavljenoj od međusobno povezanih elemenata koji mogu biti u dva moguća stanja, ali koja funkcioniše na probabi-

listički način, stvore prostorne i vremenske osobine samoorganizacije. Na osnovu početnog homogenog i slučajnog stanja, jedna takva mreža, pošto je izvesno vreme funkcionisala, diferencira se u podoblasti, od kojih su jedne stabilne, fiksirane, a druge oscilujuće, koje periodično menjaju stanje zavisno od određenog perioda. Pre postavljanja eksperimenta ovaj rezultat apsolutno nije bio predviđen. I Atlan (1986*a*) je iz toga zaključio: "Proučavanje ovih slučajnih bulovskih mreža, ipak veoma jednostavnih i naizgled vrlo siromašnih u odnosu na složenost prirodnih struktura, dovelo je do pojave osobenosti koje simuliraju stvaranje značenja, poruka same mreže" (str. 174).

Po Vinivarteru, materija se, pod dejstvom spoljašnjih prinuda, tokom čitave svoje istorije samoorganizuje, a atomsko jezgro predstavlja model samoorganizovanog sistema čija je složenost merljiva. Atlan, koji naročito ima u vidu žive sisteme i njihovu evoluciju, posebno se interesovao za amino-kiseline, za imunološki sistem, nervni sistem, za ekosisteme, koji u biologiji predstavljaju modele samoorganizacije.

Polazeći od formalizma teorija informacije i samoorganizacije, ova dva autora su nastavila svoja istraživanja u različitim pravcima. Atlana je to dovelo do "logike evolucije", a Vinivartera do nagoveštaja "opšte teorije evolucije".

"LOGIKA EVOLUCIJE"

U perspektivi evolucije živog fundamentalnu činjenicu, za Atlana (1972), predstavlja to što je samoorganizacija prethodila procesima nepromenljivog umnožavanja, procesima svojstvenim amino-kiselinama koje su onda samo

sećanje na prethodne samoorganizacije. Pridruživanje memorija, sećanja visokog stepena tačnosti, jednom samoorganizatorskom sistemu u velikoj meri, uostalom, učestvuje u jačanju njegove pouzdanosti.

Pojam "genetički program" – postavljen u osnovu evolutivnog procesa – u sintetičkoj teoriji izaziva dosta poteškoća. Ne može se, naime, govoriti o programu: 1) ako programera nema; 2) ako se program sâm programira; 3) ako su proizvodi njegovog izvođenja neophodni za njegovo čitanje i njegovo izvođenje. Ne računajući, pri tom, da bi jedan pravi program isključivao svaku mogućnost neusmerenog adaptivnog učenja. Pojam samoorganizacije je, dakle, umesniji od pojma programa, koji na pogrešan način označava procese usložnjavanja šumom, sačuvane i povećane njegovim zapamćivanjem.

Teorija samoorganizacije nameće više dedukcija:

1) Velika količina informacije ekvivalentna je velikoj raznolikosti funkcija, iz čega proističe velika moć regulacije i velika samostalnost u odnosu na sredinu. Ako je početna količina informacije sistema koji evoluira velika, to znači da je njegova početna redundancija mala.
2) Ako je velika pouzdanost udružena sa malom početnom redundancijom, kapacitet samoorganizacije biva dugo čuvan, što podrazumeva veoma sporo povećanje početne informacije, dakle, slab porast složenosti i evoluciju koja je takođe veoma spora. Vrednost početne pouzdanosti određuje adaptivni potencijal i potencijal učenja sistema. Ako je, naprotiv, pouzdanost mala, život i varijacije sistema su kratkotrajni.
3) Početna vrednost redundancije predstavlja meru potencijala samoorganizacije sistema, a time i njegove evolu-

tivne sposobnosti. Količina evolucije je onda definisana opadajućom vrednošću redundancije R, odnosno $\frac{dR}{dt}$.

4) Ako je složenost maksimalna, redundancija je jednaka nuli; ali, kada pouzdanost ostane veoma velika, gubitak evolutivne sposobnosti ne dovodi do toga da osobina samoorganizacije nestane.

Celina ovih dedukcija primenjenih na evoluciju živog pružila je Atlanu pravo da predloži nov model. Jednoćelijski preci vrsta koje su evoluirale morali su se, pre funkcijski nego strukturno, veoma mnogo razlikovati od današnjih bakterija. Morali su biti složeniji i posedovati daleko veću redundanciju, dakle visoku evolutivnu sposobnost. Kao što smo videli, ova hipoteza, u opticaju od 1972. godine, danas izgleda potvrđena poređenjima RNK koja je ostvario Veze, iz kojih proističe da je naš najdalji predak, progenska ćelija, bez sumnje imao veći broj hromozoma i brojne introne. Ovaj predak i većina njegovih potomaka su nestali, bilo zato što je prirodna selekcija efikasnija među vrstama u direktnom srodstvu bilo zato što su se vrste sa visokom evolutivnom sposobnošću postupno gasile kako je evolucija napredovala. Usložnjavajući se, one su istrošile svoju redundanciju, tako da danas evolucija mora biti praktično zaustavljena. Prokarioti, koji su malo evoluirali, održali su se zato što su veoma rano izgubili svoju redundanciju, svoju evolutivnu sposobnost. Ovo usporavanje, štaviše zaustavljanje evolucije, objašnjava zašto veštačko odabiranje, čak najdrastičnije, nikada nije dovelo do stvaranja nove vrste. Ali, možda oni koji obavljaju selekciju nisu imali dovoljno vremena. Ako je zaista tako, može se razumeti zašto čovek više nije imao drugo rešenje do da biološku evoluciju zameni kulturnom evolucijom.

Prema Atlanu, ovakvo shvatanje evolucije objašnjava rastuće složenosti izvesnih grana, uz istovremeno izbegavanje zamki finalizma. On takođe na nov način interpretira neodarvinizam. Sve promene koje se dotiču genoma posledica su šuma nastalog u okolini; što se prirodne selekcije tiče, ne vidi se jasno kako je mogla za sobom povući progresivno povećanje složenosti niti usmeriti evoluciju. Ako selektivni pritisci nisu neutralni, nije jasan slučajni karakter efekata sredine, koji podrazumeva nezavisnost stanja organizacije u odnosu na mutacije. No, na taj slučajni karakter ukazuje poređenje frekvencija koje se odnose na amino-kiseline i kodone; a to je danas potvrđeno. Na kraju, primena teorije samoorganizacije vodi ka zaključku *da poreklo života nije neobjašnjiv kvalitativni prelom*. Pravi prelom u evoluciji predstavlja pridruživanje te nove memorije, jezika. Bez njega ne bi postojao nikakav diskontinuitet u sukcesiji živih bića, a mogli bismo čak reći ni u istoriji kosmosa.

Evolucija živog od sada je oslobođena tereta finalizma, projekta, teleonomije. Jedini projekt svih entiteta svemira jeste da dostignu temodinamičku ravnotežu. Jedini projekt živog bića je smrt. Organizacija, rastenje i razviće, učenje i stvaranje, nepromenjeno ponavljanje, predstavljaju plod slučajnih poremećaja, krivudanja koja se nazivaju životom, koja mogu samo da uspore, ne i da izbegnu smrt. Takva je "logika evolucije" koju je Atlan predlagao pre petnaestak godina. Od tada prikupljeni podaci, u više tačaka, dokazuju njenu proročku moć, posebno u odnosu na redundanciju prvih jednoćelijskih organizama. Ipak, može se sumnjati u to da je ona *bila dovoljna za osiguranje nastavka evolucije* tokom četiri milijarde godina, sve do čoveka. Dozvoljeno je, dakle, pretpostaviti da su se u redundanciju umešali

procesi ponovnog punjenja, poput diploidije, udvajanja gena, itd., ili procesi kompenzacije gubitaka redundancije u obliku porasta pouzdanosti, poput povećanja energije veze između sastavnih delova umnožavanjem spojeva, drugim rečima porastom "unutrašnje povezanosti" živih sistema koji su više evoluirali.

"OPŠTA TEORIJA EVOLUCIJE"

Cilj Vinivarterovih istraživanja (1983, 1985*a*-*b*, 1986) bio je da otvore put novoj teoriji evolucije složenih samoorganizovanih sistema, od kosmičke nukleosinteze do hominizacije. Poput Atlana, pošao je od formalizma teorije informacije i samoorganizacije, ali, umesto da proučava varijacije redundancije i pouzdanosti tokom evolucije, svoje istaživanje je usmerio na distribucije veličine populacije (*population-sizedistributions*), što ga je navelo da dovede u pitanje klasičnu koncepciju populacije. Prednost ovog pristupa je u tome što u najrazličitijim oblastima pruža mogućnost brojnih eksperimentalnih provera.

Empirijsko određivanje raspodele veličine populacije jednog datog sistema zahteva da se u razmatranje uzmu tri nivoa. Nivo sistema, na primer nivo roda sastavljenog od različitih životinjskih vrsta posmatranih na određenoj teritoriji. Nivo podsistema (uzajamno isključivih), odnosno vrsta koje pripadaju tom rodu. Najzad, nivo elemenata koji obrazuju podsisteme, u ovom slučaju jedinki koje pripadaju svakoj od vrsta. Veličina populacije jednog podsistema definisana je brojem elemenata koji ga sačinjavaju, to jest brojem životinja koje pripadaju svakoj od vrsta istog roda, na istoj teritoriji. Kako svaka vrsta podrazumeva izvestan broj jedinki, one mogu biti klasirane prema rangu veličine.

Na taj način se, u logaritamskom koordinatnom sistemu u kome su na apscisi rangovi a na ordinati veličine podsistema (ovde rangovi i veličine istog roda), dobija distribucija veličine populacije, predstavljena jednom pravom. Nju karakteriše njen nagib.

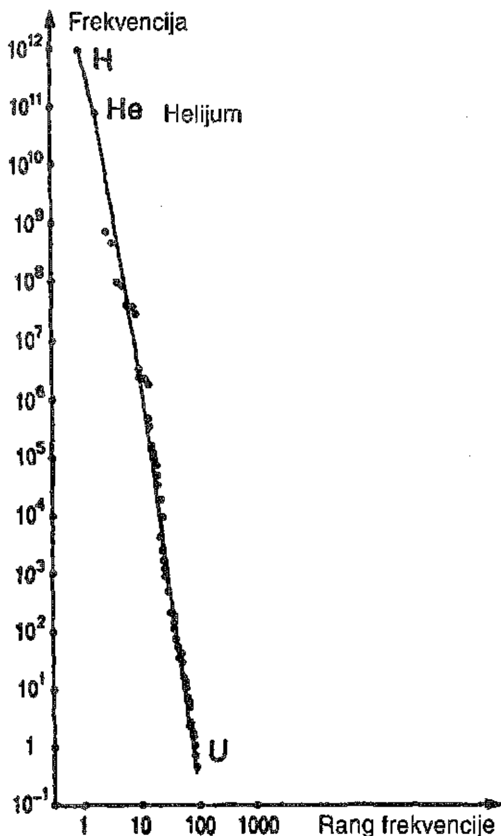
Vinivarter se, s druge strane, posvetio problemu veličine složenosti. Dok se, do sada, mogla pripisati neka orijentacija evoluciji materije i reći da ona ide u pravcu rastuće složenosti, nije bilo moguće meriti složenost (S) različitih platformi evolucije. U slučaju atomskih jezgara, koja predstavljaju složene sisteme nukleona, četiri prethodno navedena vida složenosti mogu biti kvantitativno određena. Raznolikost sastojaka i njihova organizovanost u nivoe mogu se, uopštavanjem Šenonove teorije informacije, opisati veličinom H (količina informacije) izraženom u bajtovima. Struktura unutrašnjih veza i energija interakcija mogu se globalno opisati veličinom R (energija veze u odnosu na ukupnu energiju sistema, drugim rečima R određuje unutrašnju povezanost ili sinergiju sistema). U tim uslovima: "*Definišući kvantitativnu meru složenosti C = HR, može se pokazati da, u čitavoj evoluciji jednog nuklearnog sistema, složenost samo raste. Ovaj princip maksimalne složenosti kao poseban slučaj obuhvata drugi princip termodinamike za R = konstanta (zatvoren sistem). Opštost ovog principa smo na spekulativan način postavili za svaki samoorganizovan sistem*[2]" (1986, str. 4).

Ovaj opšti zakon, tipa $\Delta C \geq 0$, izvan nuklearnih sistema može se primeniti samo na makroskopski način; ali, Vinivarter ga smatra ispravnim u slučaju živih bića čija

---

[2] Podvukao autor.

složenost samo može da raste ili da ostane nepromenjena. Na ovaj fundamentalni zakon vratiću se kasnije.



Sl. 1 — Raspodela rangova frekvencije hemijskih elemenata u kosmosu. *Logaritamski koordinatni sistem; na ordinati: frekvencija; na apscisi: rang frekvencije.*

Kako mera složenosti podrazumeva poznavanje broja elemenata koji ulaze u sastav svakog podsistema, Vinivarter je tokom svog rada otkrio da je Pareto uspostavio zakon distribucije veličine populacije za ekonomske sisteme, a Cipf (Zipf) isti taj zakon za lingvističke sisteme. Ova dva zakona su, premda različito predstavljena, ekvivalentna, što daje pravo da se govori o Pareto-Cipfovom zakonu. Distribucije veličine populacije koje nisu gausovske[3] prepoznaju se u svim sistemima koji sačinjavaju kosmos: u hemijskim elementima, životinjskim vrstama, ekonomskim, simboličkim sistemima, itd. (videti slike od 1 do 4, str. 151, 153 i 154 i 156).

Cipf je, između ostalog, analizirao Džojsovog (Joyce) *Uliksa* (ukupno 250.000 reči, od kojih 30.000 različitih) i došao je do zakona koji povezuje frekvenciju pojave reči u tekstu i njihov rang u funkciji te frekvencije. Mandelbrot (1975) je kasnije pokazao da jedan takav simbolički sistem, u kome je vrednost H[4] konstantna, teži da maksimalizuje vrednost R, i da je ta činjenica posledica distribucije reči prema Pareto–Cipfovom zakonu (videti sl. 2, str. 154).

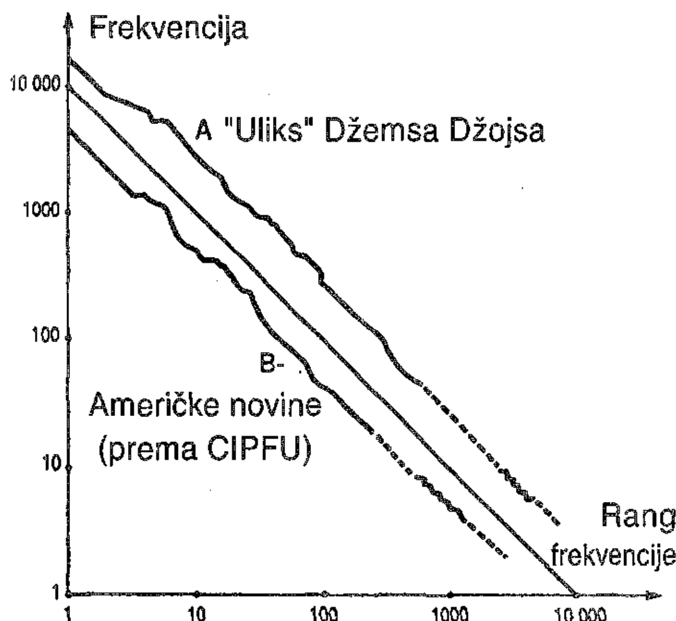
Empirijska makroskopska analiza različitih samoorganizovanih sistema kosmosa omogućila je da se potvrdi opštost ovog rezultata, jer se svi pokoravaju ovom zakonu i svi su, kada se koriste logaritamske koordinate, predstavljeni pravama[5].

---

[3] To su karakteristike (veličina, težina, itd. jedinki) populacije jedne iste vrste, čija distribucija prati Gausovu krivu.

[4] Pretpostavlja se da je broj slova u azbuci i broj reči u rečniku stalan.

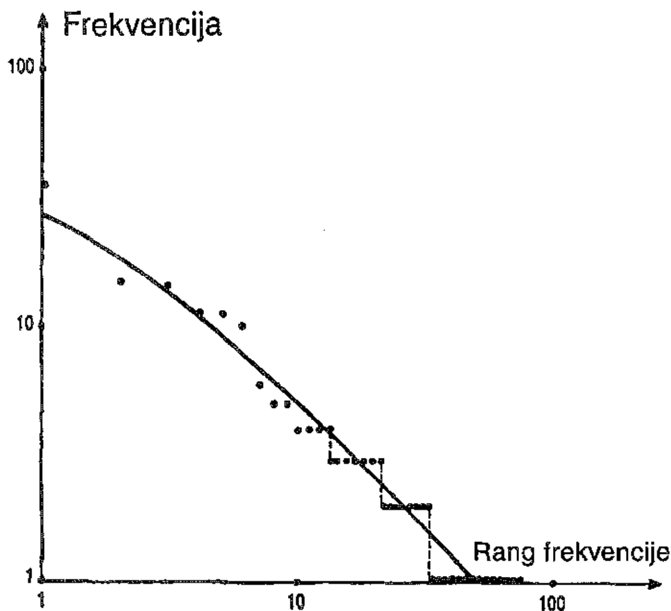
[5] Korišćenje logaritamskih koordinata često dovodi do ovakvog tipa predstavljanja.



Sl. 2. — Raspodela rangova frekvencije reči: A. u "Uliksu" Džejmsa Džojsa; B. u američkim novinama (prema Cipfu). Logaritamski koordinatni sistem; na ordinati: frekvencija; na apscisi: rang frekvencije.

Da bi se ilustrovao Pareto–Cipfov zakon, evo jednog konkretnog primera koji je Vinivarter pozajmio od Č. B. Vilijamsa, (C. B. Williams) koji je tokom četiri godine u Rotamstedu nasumice uhvatio 15.609 primeraka leptirova koji spadaju u 240 vrsta roda *Macrolepidoptera*. Odredivši broj leptirova po vrstama, 240 vrsta je klasirao po rangu veličine populacije. Rangovi na apscisi i veličine (brojno-

sti) na ordinati (logaritamske koordinate) potvrđuju ispravnost Pareto-Cipfovog zakona (videti sl. 3, str. 154). Zakon se, uostalom, može uopštiti na sve taksonomske nivoe živog sveta, bilo da je reč o distribuciji veličine populacije rodova u okviru jedne familije bilo o distribuciji familija u okviru jednog reda, i tako dalje. Vinivarter čak misli da u okviru jednog individualnog organizma distribucija veličine populacije (izražena brojem ćelija) organa treba da bude paretovskog tipa.

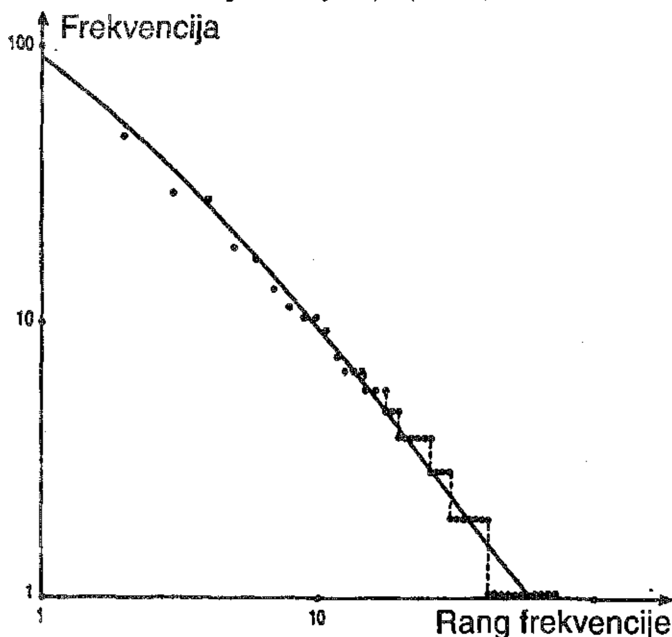


Sl. 3. — Raspodela rangova frekvencije vrsta u okviru roda *Macrolepidoptera* (prema Vilijamsu). Logaritamski koordinatni sistem; na ordinati: frekvencija; na apscisi: rang frekvencije.

Svaki sistem je, dakle, u položaju podsistema u odnosu na sistem koji je neposredno viši, a svaki podsistem je u položaju sistema prema nivou koji je neposredno niži; Vinivarter kaže da su veličine rodova u okviru jedne familije "privučene" ka prävoj paretovske distribucije čiji nagib odgovara nagibu präve familije u okviru jednog reda, kao što su veličine vrsta jednog roda privučene prävoj paretovske distribucije čiji nagib odgovara nagibu prave rodova u okviru jedne familije, itd. Ako, dakle, präva distribucije veličine populacije jednog datog nivoa igra ulogu "privlačitelja" za onu koja je neposredno nižeg nivoa, to znači da prirodna selekcija nije glavna determinanta brojnosti populacija. U vezi sa tim treba se podsetiti na to da se već Jul (Yule, 1924), na osnovu Vilisovih (Willis) radova, interesovao za probleme distribucije veličine populacije kod životinja i biljaka, a da je Vilis na osnovu svojih proučavanja broja vrsta po rodu, poput Vinivartera, došao do zaključka da prirodna selekcija nije dovela do pojave vrsta. Tokom evolucije, naime, kako broj rodova jedne familije raste tako se broj vrsta jednog roda smanjuje.

Proučavanje razvoja distribucija veličine populacije empirijskih sistema doista govori tome u prilog. Tokom vremena, rađanje i smrt elemenata u okviru podsistema, i migracije među podsistemima, ne modifikuju ili malo modifikuju nagib präve distribucije veličine populacije jednog sistema. Distribucija u vremenu $t+1$ zavisi od distribucije opažene u vremenu t, a ta stabilnost objašnjava se stohastičkim karakterom evolutivnog procesa. Vinivarter (1985*a*) baš tako piše: "Distribucija veličina u vremenu $t+1$ zavisi od distribucije veličina u vremenu t, umnožene faktorom γ koji karakteriše odnos $\frac{\text{rastenje}}{\text{opadanje}}$ sistema, kojoj

se nasumice dodaje devijacija Δ [...]. Kao što smo pokazali, parametar α (nagib präve) distribucije S_{t+1} jednak je parametru početne distribucije S_t za *svaku* distribuciju devijacije Δ [...] Sledstveno tome, parametar α jednog sistema, opisan gornjim parametrom rasta, tokom evolucije sistema jedino može ostati konstantan ili opadati (što je na neki način svojstvo *nepovratnosti* dodavanja slučajnih paretovskih nezavisnih promenljivih)" (str. 92).



Sl. 4. — Raspodela rangova frekvencije jedinki iste vrste parazita, po domaćinu (prema Vilijamsu). Logaritamski koordinatni sistem; na ordinati: frekvencija; na apscisi: rang frekvencije.

Svaka distribucija veličine populacije, dakle, "može se smatrati makroskopskim privlačiteljem dinamičke ravnoteže visoko složenih procesa rađanja i smrti i inetrakcija podsistema u neposredno nižem hijerarhijskom nivou" (1985*a*, str. 93). Ova dinamika veličina populacija ukazuje na to da na svim nivoima organizacije materije mora postojati opšti proces evolucije koji rukovodi svim sistemima kosmosa, nuklearnim, hemijskim, biološkim, ekonomskim, lingvističkim, itd. Ta pravilnost (izomorfizam) u najmanju ruku je iznenađujuća, ali je, na širokoj lestvici, u dobrom saglasju sa pojmom homogenosti kosmosa. Možda bi se jednog dana mogao razviti jedan opšti zakon evolucije. Ovako bi se, izvan svakog matematičkog formalizma, mogle sažeto izložiti Vinivarterove tvrdnje.

Interesantno je zabeležiti da su one bile *a priori* delimično potkrepljene poređenjem stohastičkih modela filogeneze sa podacima paleontologije. Kao što ćemo videti, Raup i saradnici (1973) i Guld i saradnici (1977) već su smatrali da ako probabilističko funkcionisanje računara, programiranog za ispitivanje filogeneze, može proizvesti red veoma blizak redu stvarnosti, to je zato što evolucija ima "široko markovski" karakter. Drugim rečima, u evolutivnom procesu sledeći stupanj zavisi delom od prethodnog stanja, što je Mejr (1970) dobro uočio kada je rekao da je jedna vrsta već pod vlašću roda, ali je propustio da kaže kako jedna vrsta istovremeno već predstavlja deo jednog roda. Jer svi sistemi su jedan u drugi uklopljeni, biosfera i ekosfere..., rodovi i vrste, itd. Greška neodarvinista je što istovremeno razmatraju najviše dva nivoa, dok Pareto–Cipfov zakon, primenom univerzalnog principa međusobne zavisnosti i integracije delova u celinu, name-

će da se razmatraju tri nivoa, jedinke i vrste u okviru jednog roda u, na primer, datoj ekološkoj niši.

POVRATAK NA KONCEPTE I TEORIJE

"Dobro izložena nauka predstavlja dobro izgrađen jezik" (Condillac)[6]. Sve do sada koristio sam ključne reči evolucione teorije — *evolucija, selekcija, adaptacija* — u njihovom uobičajenom smislu, bez prethodnog kritičkog razmatranja. Ono mi sada izgleda nezaobilaznim, jer ni u jednoj oblasti nauke o prirodi otrov metafora i antropocentrizma nije napraviožtoliko štete kao u oblasti nauka o životu.

Ovim trima ključnim rečima jošž sam dodao druge, mnogo novije termine i pojmove: *samoorganizacija, složenost, pouzdanost, preobilnost,* koji su potpuno strani sintetičkoj teoriji. Da li se ova dva konceptual. a i terminološka sveta mogu spajati ili treba sačuvati samo jedan? Najnoviji ili najuobičajeniji?

Može izgledati čudno, štaviše sasvim smelo, vraćanje na jednu toliko prihvaćenu reč kakva je reč *evolucija.* Ako to činim, imam na umu dvostruki cilj: prvo, da objasnim zašto je Lamark u celokupnom svom delu nikada nije upotrebio, niti Darvin u prvom izdanju *Postanka vrsta* (1859). I jedan i drugi su, dakle, imali dobre razloge da se čuvaju njene upotrebe. Dva švajcarska naučnika, Haler (Haller) 1744. i Bone (Bonnet) 1762. godine, preneli su je, naime, užoblast biologije, da bi ocrtali ontogenetski proces preformacije, čije postojanje ni Lamark ni Darvin nisu prihvatali; zato su, da bi označili filogenetski proces, radi-

[6] *Raspra*

je govorili o transformaciji, napredovanju, izmenjenom potomstvu. Lamark je imao još jedan razlog, budući da je u francuskom jeziku pravi smisao pojma evolucije striktno vojnički. Spenser, kome isto tako dugujemo pojam integracije, utvrdio je, izgleda definitivno, sadašnji biološki smisao, i pridružio ga pojmu napretka. Darvin ga je pozajmio od Spensera, kao što je od njega pozajmio i "nadživljavanje najsposobnijega". Rezultat je bio taj da se sada reč potpuno udaljila od etimološkog smisla[7].

Problem je, dakle, saznati da li evoluciju, proces koji je počeo pre četiri milijarde godina, treba shvatiti u spenserovsko–darvinističkom smislu, ili u onim okvirima koji su bliži etimologiji. "Razvoj nekog unutrašnjeg principa koji se, prvo prikriven, malo pomalo ostvaruje i na kraju postaje očigledan [...] Sled transformacija u jednom istom pravcu [...] Transformacija koja dovodi do toga da jedan skup pređe iz homogenog u heterogen [...]" (Laland). Drukčije rečeno, da li je ispravno istu reč upotrebljavati u vezi sa lamarkizmom, darvinizmom i sintetičkom teorijom? Lamark i Darvin, koji imaju mnogo više zajedničkih tačaka nego što se govori, bili su saglasni u priznavanju da je *primum movens* promene, varijacije, smešten u samom živom biću, a ne u okolini, kojoj sintetička teorija namenjuje, reklo bi se, gotovo isključivu ulogu, dajući prvenstvo samo procesima mutacije, selekcije, adaptacije. Ova teorija ne poznaje markovsku i paretovsku dimenziju ne samo evolucije svemira nego i života, dimenziju koja na-

[7] *Evolutio*: odvijanje, prelaženje puta; *evolvere*: premestiti kotr-ljanjem, izvući (izdvojiti) iz neke stvari koja obuhvata, otkotrljati daleko od, odmotati, razviti, objasniti. U etimološkom smislu reč *evolucija* podrazumevala bi, dakle, ideju razvijanja sposobnosti transformacije.

meće uzimanje u obzir nivoa organizacije materije, što je Laland veoma dobro izrazio u svojoj definiciji evolucionizma: "Doktrina prema kojoj je opšti razvoj bića diferencijacija praćena integracijom, zakon u skladu sa kojim su se postupno obrazovali Sunčev sistem, hemijske vrste, živa bića, intelektualne sposobnosti, društvene institucije". Jasno je da je u toj perspektivi etimološki smisao pojma evolucije prilagođeniji Lamarkovim i Darvinovim gledištima nego gledištu sintetičke teorije.

Pojam *selekcije* takođe zahteva tačno određenje. Uz priznanje da je izraz *prirodna selekcija* u doslovnom smislu pogrešan, Darvin je njegovu upotrebu potvrdio pozivajući se na činjenicu da je reč *gravitacija* isto tako metaforična. To je njegova slaba strana, jer, sa epistemološkog stanovišta, oba pojma ne pripadaju istom nivou i nemaju isti domašaj. Ako je Njutn dao matematičku formu svom zakonu, Darvin to nije uradio, možda zato što nije mislio na to, naročito zato što je to bilo nemoguće. S druge strane, selekcija se, u najstrožem smislu, definiše na sledeći način: "Voljni izbor ili automatsko odabiranje, čija je posledica među bićima ili predmetima, obično iste vrste, samo očuvanje onih koji pokazuju višu vrednost, bilo apsolutno bilo sa nekog posebnog stanovišta" (Laland). Hteli mi to ili ne, ova definicija podrazumeva postojanje aktivnog pokretača selekcije, izvan selekcionisanog predmeta koji on zadržava ili pak odvaja i odstranjuje.

Ako su, kao što kaže Darvin, "prirodni zakoni" pokretač selekcije, nema razloga da se ona pripisuje više okolini nego samom biću koje se, takođe, povinuje zakonima prirode. Ovde počiva izvor dvosmislenosti. Selekcionisana jedinka odnosno grupa može biti ona čija organizacija nije povezana sa sredinom i koja se nesumnjivo definitivno

dezorganizuje, ili ona koja je bila izmenjena ili se na odgovarajući način menja i, zahvaljujući svojim sposobnostima reorganizacije, uspostavlja povezanost. Selekcija, premda funkcioniše u dva smera, na kraju mnogo više zavisi od organizacije i/ili ponašanja svojstvenih živom entitetu, odstranjenom ili sačuvanom, nego od sredine. Pod selekcijom bi pre trebalo podrazumevati samoselekciju. U interakciji su aktivni i biće i sredina, ali je živo biće aktivnije. Glavnu ulogu imaju zakoni njegove organizacije. Životinjska populacija će se adaptirati ili se neće adaptirati, zbog zakona koji uređuju njenu globalnu organizaciju; isto tako, radioaktivni element se transformiše samo zbog zakona atomske strukture.

Prirodna selekcija, neprecizan, štaviše, kao što je mislio Darvin, pogrešan izraz, može pružiti samo maglovitu, nepotpunu, ponekad lažnu predstavu stvarnosti. Treba li ga onda zameniti nekim drugim konceptom? Kada se dovede u uzajaman odnos sa jednim drugim pojmom, pojmom adaptacije, time ipak ne biva potkrepljen, čak stiče reduktorsku moć koju mu Darvin nikada nije pridavao. Ne uzimajući u obzir to što prirodna selekcija nudi dve strane, stranu smrtnosti i stranu plodnosti, fekunditeta. No, ako se u slučaju smrtnosti, strogo uzevši, može priznati prvenstvo spoljašnjih prinuda, u slučaju plodnosti glavna uloga pripada unutrašnjoj organizaciji jedinke. Prirodna selekcija, dakle, proističe iz brojnih i složenih prinuda, u stalnom međudelovanju, u okviru kojih je teško voditi računa o onome što pripada organizaciji svojstvenoj jedinki. Ovaj problem je, sve u svemu, istog reda kao problem odnosa između stečenog i nasleđenog.

Ni pojam *adaptacije* ne zadovoljava u većoj meri. Na prvom mestu zato što istovremeno ocrtava jedno stanje i

jedan proces. "A) Stanje onog koji je u harmoniji sa svojom sredinom, ili, opštije, sa onim što na njega deluje. B) Promena jedne funkcije ili organa koja rezultira njegovim dovođenjem u sklad sa celinom ili delom njegove sredine, bilo unutrašnje bilo spoljašnje" (Laland). Potom, zato što je, u izvesnoj meri, preopširan u odnosu na pojam selekcije koji ga podrazumeva. Dvosmislenost pojma selekcije nametnula je upotrebu pojma adaptacije da bi se tačno odredio cilj selekcije. Tako evolucija, selekcija i adaptacija predstavljaju tri pojma koji su jedan u drugi uzglobljeni. Najzad, čim se primeni na evolutivni proces, pojam adaptacije takođe pati od nepreciznosti, što sprečava da se tačno objasne sve primećene činjenice. Prema sintetičkoj teoriji, evolucija predstavlja rezultat selekcije koja izaziva bilo smrt i nizak nivo nataliteta onih koji se ne adaptiraju ili nisu adaptirani bilo preživljavanje i umnožavanje onih koji se adaptiraju ili su adaptirani. Preživeli su, dakle, oni koji osiguravaju nastavljanje evolucije. No, bakterije, bića koja preživljavaju od najdavnijih vremena, koja su najbrojnija na zemljinoj površini, upravo su najmanje evoluirale. Adaptacija selekcijom, dakle, ne podrazumeva obavezno evoluciju. Ovaj paradoks bez sumnje je pre posledica nepreciznosti pojmova nego realnost.

Teškoće bi jednim delom bile otklonjene ukoliko bi se, da bi se razlikovalo stanje i proces, koristila dva različita pojma, ako bi se razlikovala adaptacija i adaptabilnost, čime bi se postiglo razlikovanje onog što se više pripisuje sredini i onoga što se više vezuje za živo biće, uz očuvanje fundamentalnog pojma dvosmerne interakcije. Sintetička teorija tu ne pravi jasnu razliku. Na dvema krajnjim tačkama evolutivnog lanca nalaze se bakterije i ljudi. Dve grupe su visoko adaptabilne, ali nastanak jedne jedva da

je bio praćen evolucijom, dok nastanak druge predstavlja proizvod duge serije transformacija. Sve u svemu, evolucija, proizvodeći dva različita stanja, adaptaciju i adaptabilnost, morala je, u principu, dovesti do protivstavljenih rezultata. Vrsta koja je adaptirana bila bi, u odnosu na okolinu, ugrožena u svom postojanju svaki put kada se ekološka ravnoteža brutalno poremeti, dok bi ona koja je adaptabilna prestala da evoluira. U svim slučajevima adaptacija i adaptabilnost kočile bi ili čak zaustavljale evoluciju, osim ako ona ne bi zavisila prvenstveno od unutrašnjih faktora, budući da adaptabilnost u izvesnom stepenu zavisi od redundance.

Razmotrimo sada, sa empirijskog gledišta ta dva nerazdvojna pojma, selekciju i adaptaciju, kao što su to radili Guld i Levontin (1982). Teškoće na koje smo podsetili, odmah postaju opipljivije. Najtvrdokorniji zagovornici sintetičke teorije tvrde da su svi karakteri živog prilagođeni sredini, čime se iskazuje svemoć prirodne selekcije, jedino odgovorne za promene i evolutivni proces uopšte; u stvari, ona održava adaptaciju upravo na neophodnom i dovoljnom nivou pre nego što je poboljšava. No, niko ne može osporavati da jedan broj transformacija organizma ne zavisi od prirodne selekcije. Podsetimo se uloge slučaja, ponašanja, promene brzine rasta, globalnih arhitekturalnih prinuda organizma, prinuda u razvoju koje smanjuju mogućnost strukturne i funkcijske transformacije.

Ako sredina živom postavlja zadatke, organizmi ih razrešavaju. Sasvim je tačno da su ptice adaptirane na letenje. Ali, koji zadatak je sredina postavila onim gmizavcima koji su se transformisali u arheopteriksa, potom u ptice — sasvim sigurno ne pod dejstvom slučajnih mutacija — dok je celina gmizavaca izgledala dobro prilagođena ži-

votu na kopnu? I čime drugi rog čini afričkog nosoroga bolje prilagođenim od njegovog jednorogog rođaka iz Indije? Nedostatak jednog adaptivnog karaktera za životinju ne predstavlja nepremostivu prepreku i njegovo prisustvo nije uvek neophodno. Kad bi bio smeđ, polarni medved ne bi zato u manjoj meri preživljavao. Uostalom, često je veoma teško reći zbog čega je dati karakter adaptivan. Mnogobrojni primeri potvrđuju da je pre životinja ta koja prilagođava sredinu svojim potrebama nego što je sredina nagoni da se adaptira. Najveću zamerku koju zaslužuju najzagriženiji adaptacionisti predstavlja razmatranje samokorisnosti ovog ili onog dela organizma, a zaboravljanje da on funkcioniše kao celina, sa svojim metabolizmom i *sebi svojstvenim načinom života*. Adaptacionističko gledište razlaže živo biće na najsitnije deliće, a kada neki istraživač u vezi sa tim pruži objašnjenje za koji se utvrdi da je pogrešno, bez muke ga zamenjuje drugim, ne neizbežno boljim. Razmišljanja koja se zasnivaju jedino na adaptivnoj korisnosti neke posebnosti životinje mogu samo dovesti do zastranjivanja. Mudrost je, dakle, napustiti krutost sintetičke teorije i vratiti se pluralizmu uzroka evolucije koji je Darvin, samim posmatranjem činjenica, mudro uvideo, jer je dobro znao da evolucija otkriva mnoge, isprepletane, manje ili više slučajne mehanizme. S obzirom na to treba mu biti zahvalan što je dao prvenstvo empirijskim činjenicama, nikada ne podležući dogmatizmu. Ne treba mu zamerati na terminologiji, koja nije mogla biti bolja imajući na umu stanje nauka o životu u njegovoj epohi. Jer, pri nastajanju svake nauke, čak i fizičke, a utoliko pre u biologiji u kojoj vlada složenost, prihvaćeni koncepti nisu uvek najprecizniji niti najadekvatniji.

Situacija se od tada izmenila. Nagomilala se ogromna masa podataka. Oblasti, do juče nepoznate, otvorile su se istraživanjima, poput oblasti složenosti i samoorganizacije, što nameće primenu koncepata koji se, malo pomalo, jasno ocrtavaju i pokušavaju da identifikuju stvarnost koju je teško razumeti. Manje su metaforični, manje opterećeni antropocentrizmom od koncepata biologije prošlog veka, jer su postavljeni na jedan viši nivo apstrakcije. Ove nove oblasti, štaviše, mogu se razmatrati istovremeno sa dva stanovišta, sa stanovišta matematičkog formalizma i sa stanovišta empirijskog istraživanja. Tada se otkriva da su njihovi koncepti obdareni velikom heurističkom moći. Zar se ne bi evoluciona nauka, koja se sa tim oblastima preplice, mogla za njih zainteresovati i u njima otkriti preimućstvo. Pokušao sam da to pokažem.

Kako su mehanizmi evolucije mnogobrojni i kako su, posebno oni koji prethode promeni evolutivne platforme, još malo poznati, nije li razumno okrenuti se ujediniteljskim konceptima? Primeniti princip ekonomije i pratiti "negativne preporuke poznate pod imenom Okamovog (Ockham) brijača[8]: ne treba uvoditi veći broj nesvodljivih teorijskih pojmova nego što je to neophodno[9]". Po Vinivarteru (1985*b*), evolucija može biti definisana pomoću dva koncepta velike opštosti, jer je ona "istorija samoorganizacije materije u sisteme sve veće složenosti". Koncepti samoorganizacije i složenosti mogu se, dakle, postaviti u središte opšte teorije evolucije žive materije, kosmosa i svih sistema koji ga čine. Ovi moćni koncepti, među-

[8] "Frustra fit plura..." (sveti Toma Akvinski); "Entia praeter necessitatem multiplicanda non sunt" (Ockham).

[9] Largeault, 1971, str. 129.

tim, moraju biti upotpunjeni onim, isto tako opštim, konceptima koje smo koristili govoreći o samoorganizaciji i povezani sa činjenicom da, od nastanka vasione, materija evoluira i raspoređuje se u skladu sa redom koji bi se mogao okvalifikovati kao "markovsko–paretovski". Svi nivoi složenosti i distribucije mogu se, sa ovog stanovišta, smatrati uzglobljenim jedan u drugi, kako u prostoru tako i u vremenu, što ih čini međuzavisnim. Svaki nivo, tokom nepovratnog vremena i u prostoru, funkcioniše kao "privlačitelj" za onog koji ga prati ili koji se nalazi neposredno ispod njega.

PRAVAC, BRZINA I AMPLITUDA EVOLUCIJE

Čak pre pristupa problemu pravca evolucije, važno je jednom zauvek odbaciti pitanje finalizma koje se, pre nekoliko decenija, ponovo pojavilo u obnovljenoj formi teleonomije. Biću kratak i zadovoljiću se podsećanjem na čvrste Lamarkove razloge: "Ta sila (život), međutim, nema ni cilja ni namere, može da radi samo to što radi i sama je samo skup uzroka koji deluju, a ne posebno biće"[10]. Evolucija pokazuje izvestan red, o čemu svedoči njena orijentacija u vremenu, isključivo zato što su rizici i zakoni biologije jedini tvorci složenosti. Finalizam, teleonomija, projekat, ostaci su animalističke iluzije, tim postojaniji što pred očima više nema spektakla zastranjivanja, skretanja i poraza evolutivnog procesa. Kao kada bismo mogli da posmatramo samo najstrmiju stranu neke planine.

Nasuprot tome, brzina evolucije postavlja mnogo složenije probleme, jer ju je moguće posmatrati na dva nači-

[10] Lamark, 1820, str. 38.

na, očima paleontologa i očima molekularnog biologa, dok je ona blisko ukrštena sa mehanizmima evolucije. Prvo pitanje koje se postavlja paleontologu — a Darvin ga je sebi postavljao — jeste pitanje kontinuiranog i stupnjevitog ili diskontinuiranog i skokovitog karaktera evolucije. Drukčije iskazano, da li se evolucija živih bića obavlja konstantnom brzinom, ujednačenim ubrzanjem, ili na isprekidan način, preko dugih faza zastoja koje su se smenjivale sa brzim fazama evolucije, što od 1970. godine podržava Eldridž svojom teorijom tačkastih ravnoteža (*punctuated equilibria*) naglih promena (na lestvici geoloških vremena)[11] ?

Na veoma širokoj skali, izgleda da se evolucija odvijala prvo sporo, da bi se zatim ubrzala. Doista, bile su potrebne dve milijarde godina da bi se prešlo sa prokariota na eukariote, 800 Mg od jednoćelijskih do višećelijskih eukariota, 300 Mg od beskičmenjaka do prvih kičmenjaka (ribe), a 270 Mg da bi se pojavila najmlađa klasa kičmenjaka (ptice). Na veoma skraćenoj vremenskoj skali i na vrlo suženom nivou unutrašnje zapremine lobanje hominida, ubrzanje je isto tako očigledno.

Ovakav uobičajen način posmatranja u stvari je varljiv[12], jer brzinu taksonomske evolucije (brzinu pojave jedne nove taksonomske kategorije po jedinici geološkog vremena) i brzinu morfološke evolucije pogrešno posmatra kao ekvivalentne. No, ove dve vrednosti nisu jasno povezane. Jedan rod može obuhvatiti mnogo vrsta koje se morfološki veoma malo razlikuju, kao što je slučaj sa prio-

[11] Podsetimo se da za evoluciju 10 Mg predstavlja samo 1/400-ti deo ukupnog trajanja.

[12] Eldridge, 1982.

rom (slatkovodna riba). Nasuprot tome, mala vrednost specijacije u okviru jednog roda može se udružiti sa velikom morfološkom raznolikošću (slučaj sa američkom ribom *sunfish*). Uporediv kontrast primećuje se između dva roda jedne iste familije riba, ciklida. Rod *Haplochromis* obuhvata više od 100 morfološki veoma različitih vrsta, dok rod *Tilopia* obuhvata mali broj dosta sličnih vrsta. A ta dva roda, međutim, žive u istim jezerima istočne Afrike. Naravno, takvi primeri sreću se i u drugim klasama i drugim rodovima. Ako, dakle, brzina taksonomske evolucije i brzina morfološke evolucije nisu ekvivalentne, treba prihvatiti da dva procesa promene evolutivne platforme otkrivaju dva različita mehanizma. No, taksonomska brzina, uzeta kao jedini indeks brzine evolucije, nameće priznanje da se na skali geološkog vremena prelazak sa jednog taksonomskog nivoa na drugi obavlja brzo. Definitivno uspostavljanje svih planova organizacije tokom "eksplozije kambrijuma" ostvarilo se za stotinak Mg, posle jednog tako reći zastoja od tri milijarde godina. Sisari, pošto su stagnirali tokom 130 Mg, diverzifikovali su se u 16 redova u razmaku od dvadesetak Mg. Izgleda da se evolucija obavlja na isprekidan i skokovit način.

Brzinu evolucije molekularni biolog procenjuje u granicama promene sekvenci nukleotida na nivou DNK i sekvenci amino-kiselina na nivou proteina, promene čija se frekvencija i prostiranje mogu dovesti u vezu sa vremenom. Odatle je, sedamdesetih godina, nastao pojam *molekulskog časovnika*. On se zasniva na hipotezi da se u dugim vremenskim periodima, u pravilnom ritmu, u DNK proizvode tačkaste mutacije koje se iskazuju na nivou proteina. Da bi se hipoteza testirala potrebno je kod dveju ili više savremenih vrsta, proisteklih od jednog zajedničkog

pretka čija je starost sa sigurnošću utvrđena, uporediti bilo sekvence amino–kiselina bilo nizove baza nukleotida, naročito metodom hibridizacije DNK. Onda je dovoljno da se izračuna broj promena koje postoje među savremenim vrstama i da se on dovede u vezu sa vremenom koje ih razdvaja od zajedničkog pretka. Evo jednog reda veličina: svakih Mg 1% nukleotidnih sekvenci koje kodiraju globin trpi jednu mutaciju. Kako se svi proteini ne menjaju istom brzinom[13] — što podrazumeva postojanje više molekulskih časovnika — metodi globalnog poređenja celine DNK, koji ukazuju na proporciju istovetnih nukleotida dveju vrsta, izgleda da zaslužuju prednost. Sadašnji stav je da je evolucija DNK spora i pravilna, što je Siblija i Alkvista (1986), koji su radili na pticama, navelo da kažu kako DNK predstavlja "časovnik čiji prosečni ritam izgleda jednak u svim redovima ptica" (str. 83).

Sve u svemu, postojanje više vremenskih modaliteta evolucije, isprekidanost promene platforme, promenljivost brzine, morfološke adaptivne promene, pravilnost mutacija DNK, postavljaju veoma težak problem teoretičarima evolucije. Ali, u celini, ideja ubrzanja evolucije predstavlja iluziju, jer dok se promene pojavljuju sve brže i brže, one su u stvari sve manje i manje značajne. Naime, amplituda strukturno–funkcijskih promena potomstva tokom evolucije progresivno se smanjivala jer su prve tranzicije, u poređenju sa poslednjim, praćene najvećim promenama u biološkoj organizaciji. Drugim rečima, veća je razlika između jesetre (riba) i delfina (sisar), koji pripadaju dvema klasama istog razdela kičmenjaka, nego između šimpanza (pongide) i čoveka (hominide), koji pripadaju

[13] R. Doolittle, 1985.

dvama rodovima istog reda primata. Jedna Guldova dosetka veoma dobro rezimira opšti fenomen: "Od kambrijuma, evolucija je samo reciklirala osnovne proizvode svoje eksplozivne faze"[14].

Na nivou empirijskih činjenica, Siblijeva i Alkvistova (1986) istraživanja na pticama dovela su do istog zaključka. Ovi autori, koji misle da su filetička stabla konstruisana na osnovu *DNK tačnija od onih zasnovanih na morfologiji*, jer odstranjuju fenomene konvergencije, uspostavili su filetičko stablo ptica poređenjem DNK. Onda su primetili da su se u toj klasi koja se pojavila pre 130 Mg redovi diferencirali pre 90 do 100 Mg, familije pre 40 do 50 *Mg, a tribusi pre 20 do 30 Mg. Potom su se pojavljivali samo* novi rodovi i nove vrste. Na kraju, kao glavni problem progresivnog smanjenja amplitude evolutivnih promena postavlja se problem zaustavljanja evolucije.

[14] Gould, 1977, str. 118.

5

JEDNA NOVA SINTEZA

Vreme, kome su se pridruživale okolnosti, po Lamarku i Darvinu, bilo je glavni gospodar evolucije. I to vreme u svom dvostrukom vidu spoljašnjeg vremena, vremena časovnika, i unutrašnjeg, biološkog vremena, vremena živih entiteta, od kojih se neki umnožavaju brzo a drugi sporo, od kojih neki imaju kratak a drugi dug život, od kojih neki predstavljaju plod mnogobrojnih transformacija a drugi su pretrpeli samo male promene. Vreme, dakle, u svom dvostrukom vidu stvaralačke promene i konzervativnog ponavljanja, i nepredvidljivo u svojoj beskrajnoj raznolikosti i sveprisutnosti. To vreme evolucije, nepojmljivo, nepredstavljivo, koje možemo izraziti samo moćima .

Ako je, tokom vremena evolucije materije i života, složenost mogla samo da se, prema Vinivarterovoj formuli: $\Delta C \geq 0$, uvećava ili da ostane konstantna, to znači da je usložnjavanje proces inherentan samoorganizujućim sistemima, koji moduliraju stohastički procesi. Tako su, u osnovi, uvek mislili Lamark, Darvin, Keliker, Negeli, Ro-

za i drugi. I savremena posmatranja su potvrdila da evolucija materije nije imala drugog izbora.

Ako, dakle, $\Delta C \geq 0$ predstavlja fundamentalni zakon, sve etape evolucije mogu se izjednačiti sa račvanjima koja se mogu ili ne mogu granati; čas se asimetričnim račvanjem jedna nova složenija vrsta ($\Delta C > 0$) odvaja od vrste koja svoj put nastavlja bez promene ($\Delta C = 0$), čas se vrsta transformiše u dve (račvanje) ili više (grananje) novih vrsta. Posmatrana sa udaljenosti, evolucija života, poput evolucije energije i materije, može se izjednačiti sa narušavanjem simetrije, čime se, još jednom, podvlači značaj principa simetrije u prirodi. Svaki nivo složenosti savlađuju, dakle, samo neka bića. Kako se promena nivoa može izjednačiti sa promenom stanja, promenom faze, ona se događa naglo (za nekoliko stotina hiljada ili više godina), čak i ako joj je prethodila duga faza latencije ili kolebanja od desetina Mg.

Stupiti na viši nivo složenosti za živo biće znači: samoorganizacijom povećati svoju količinu informacije (veći broj i veću raznolikost sastojaka), svoju strukturnu i funkcijsku redundanciju. Kako je $\Delta C \geq 0$, evolucija usložnjavanjem je nepovratna. Pojam nivoa složenosti, osim toga, dovodi do razlikovanja dva tipa promena:

1) Promena putem savladavanja sukcesivnih evolutivnih platformi u pravcu rastuće složenosti. To je evolucija u užem smislu.
2) Promena putem diverzifikacije i grananja na jednom istom nivou složenosti, analogno varijacijama na muzičku temu. To je adaptivna radijacija ili adaptivno zračenje.

Ova dva tipa promena uvek se odigravaju počev od jedne "osnivačke populacije" koja pripada jednoj jedinoj, bez sumnje slabo specijalizovanoj vrsti, koja je, dakle, sačuvala veliku redundanciju, veliku evolutivnu sposobnost, jer specijalizacija odgovara gubitku redundancije. Tako se vrsta, ili tačnije osnivačka populacija, izvor evolutivnih promena, može razmatrati sa dva stanovišta, sa stanovišta nivoa složenosti i sa stanovišta adaptivnih karaktera. Na primer, u razdelu kičmenjaka — širokom skupu različitih nivoa složenosti — klasa riba, koja se prva pojavila, diverzifikovala se u redove, familije, rodove i vrste, ali je vrlo verovatno samo jedna vrsta prešla na viši nivo složenosti, na nivo tetrapoda. Poput evolucije u užem smislu, i adaptivne radijacije proističu iz brojnih slučajnih isprepletanih faktora, i dobijaju stohastičku formu. Zbog prikladnosti a i zato što je reč o pojmu visokog nivoa uopštavanja, bez pozivanja na precizne empirijske podatke, predlažem da se, kada je reč o evoluciji u užem smislu, koja se razlikuje od adaptivne radijacije, govori o *evolutivnim platformama* da bi se označile njene etape.

SKALA EVOLUTIVNIH PLATFORMI

Sve savremene vrste predstavljaju ishodnu tačku potomstava koja potiču od prvog teorijskog bića koje je Veze nazvao progenskom ćelijom. *Linija najvećeg nagiba* evolucije jeste ona koja dovodi do čoveka, ona koja je prešla najveći broj evolutivnih platformi, manje ili više razgranatih račvanja, dok su ostale vrste ostale na svojoj konačnoj platformi čak i ako su se na njoj diverzifikovale. Svaku platformu definišu odlike zajedničke svim vrstama koje su je dostigle i celina prethodno stečenih struktura i

funkcija kojima su se pridružili novi elementi. Svaku evolutivnu platformu karakteriše posebno tipična funkcija. Višećeličnost i refleksivna svest, na primer, odlikuju dva veoma različita tipa platformi.

Tokom evolutivnog procesa sabiranje progresivno stečenih struktura i funkcija utvrđuje unutrašnju koherentnost organizma, smanjujući malo pomalo širinu mogućih promena. Najzad, savladavanje jedne nove evolutivne platforme uvek je nepovratno[1].

Skale evolutivnih platformi mogu biti uspostavljene samo arbitrarno. Rifin (Rufin, 1981) razlikuje četiri platforme koje naziva "strukturnim funkcijama": ćelijsko umnožavanje, višećeličnost, seksualnost i nervnu funkciju; ali, jedna ovakva skala veoma je kratka jer se u prekambrijumu zaustavlja sa pojavom prvih metazoa. Lamark ih je već razlikovao šest. Lično dajem prednost individualizovanju svih etapa koje obeležavaju liniju najvećeg nagiba porekla čoveka. Izabrao sam ih jedanaest, ali neke od njih mogu se izostaviti ili druge dodati, poput aerobioze, uspostavljanja unutrašnje duplje (celoma), sticanja amniona i placente. U rangu klasiranja ovih struktura nema ničeg apsolutnog. Na lestvici od četiri milijarde godina evolucije broj zamislivih evolutivnih platformi, u svakom slučaju, izgledaće uvek beskrajno mali pred ogromnim brojem sadašnjih i nestalih vrsta, jer proces adaptivne radijacije najvećom težinom utiče na evoluciju. Međutim, adaptivna radijacija ne obeležava liniju najvećeg nagiba. Samo se po

[1] Slučaj vrsta koje su, poput parazita, pretrpele evoluciju nazvanu regresivnom trebalo bi razmatrati odvojeno.

sebi razume da na jednoj takvoj skali sve platforme nemaju isti strukturni i funkcijski značaj niti isto značenje.

Stalo mi je do toga da pre detaljne analize ovih platformi navedem jedan Guldov i Levontinov (1982) tekst koji je, u osnovi, usmeren isto kao i moj predlog: "Neki karakteri organizama, a naročito što globalni karakteri poput planova organizacije, ne mogu svoje objašnjenje naći samo u delovanju prirodne selekcije. Kod složenih organizama, na primer, prvi stupnjevi razvića embriona u velikoj meri su sačuvani kroz široku gamu vrsta koje ponekad pripadaju veoma udaljenim nivoima klasifikacije. To znači da diferenciranje organa i njihova interakcija u okviru funkcionalnog globalnog sistema tela predstavljaju procese toliko osetljive da ni najmanja greška ne može biti tolerisana. To znači da se razviće odvija u integrisanim 'blokovima' koji se tokom evolucije ne mogu rastaviti na delove" (str. 1502).

LINIJA NAJVEĆEG NAGIBA EVOLUCIJE

Neživa materija

1. platforma: samoorganizacija

Samoorganizacija je prethodila uspostavljanju jezgara, atoma i molekula, a prethodi svim kasnijim transformacijama pod dejstvom spoljašnjih prinuda. Neki od njenih proizvoda poseduju veliku stabilnost.

2. platforma: samoumnožavanje

Samoumnožavanje je, verovatno, prvo predstavljalo osobinu makromolekula RNK, veoma jednostavnog i male stabilnosti. Samoumnožavanje povlači za sobom dve

funkcije, memoriju i udvajanje, koje je stabilizovala pojava sledeće strukture.

Živa materija

3. platforma: individuacija

Individuacija se ostvarila u sistemu ograničenom polupropustljivom membranom, u sistemu koji je sačinjen od citoplazme i genoma, obdarenog svim elementarnim životnim funkcijama i sposobnog da razlikuje sebe i ne-sebe. Ovaj sistem predstavlja ćelija koja mora posedovati sebi svojstvene okvire, jer jednoćelijski organizmi nikada ne prelaze izvesnu veličinu.

Genetički sistem je dvostruko redundantan. Redundancija genetičkog koda ne može biti izvor novine, jer je nepromenljiva: uvek se proizvodi istih dvadeset amino-kiselina; reč je, dakle, o redundanciji osiguravanja, a ne o redundanciji samoorganizacije.

Redundancija koja potiče od ponovljenih sekvenci DNK, genskih familija i, bez sumnje, introna koje su prokarioti izgubili, sasvim sigurno predstavlja izvor novine, kao što posebno dokazuju aktivnosti humoralnog imunog sistema.

Ćelija još ne poseduje sebi svojstvenu pokretljivost, ostaje potčinjena braunovskim kretanjima, izuzev kada je snabdevena bičem

4. platforma: zaštita genetičke memorije i specifičnosti

Eukariote odlikuje zaštita genetičke memorije i specifičnosti. Genetičko nasleđe biva obavijeno proteinima (histonima), izdvaja se od citoplazme i spoljašnjeg sveta zaštitnim membranama. Na uticaje sredine više ne reaguje

direktno, već tokom nekih procesa. Možda su ove membrane jedra predstavljale reakciju na endosimbiozu (mitohondrije).

Prenošenje genetičkog materijala iz jedne u drugu bakteriju dozvoljeno je razmatrati kao predigru polnog razmnožavanja, tim pre što se mogu razlikovati bakterije davaoci i bakterije primaoci; ali, ova genetička rekombinacija je sasvim nezavisna od razmnožavanja.

Najzad, sticanje treplji i bičeva nekim ćelijama pruža veću samostalnost u kretanju.

5. platforma: polno razmnožavanje

Polno razmnožavanje je već u začetku kod nekih prokariota, koji poseduju prave gamete. Njegova funkcija genetičke diverzifikacije u potpunosti je delatna kada se pojavi diploidija ili poliploidija. Ostvaruje se razmenom gena tokom mejoze i oplođenja, uz sve poštovanje specifičnosti vrste. Imalo je glavnu, odlučujuću ulogu u evoluciji.

6. platforma: ćelijsko udruživanje

Metazoe su se pojavile u prekambrijumu, pre možda milijardu godina, počev od jednoćelijskih organizama; još i danas metazoe svoj život započinju jednoćelijskim stupnjem (oplođena jajna ćelija).

Prvi uslov za višećeličnost predstavljala je proizvodnja proteina ćelijskog povezivanja, fibronektina.

Višećeličnost je omogućila životu da prevaziđe ograničenost veličine koja je bila nametnuta jednoćelijskim organizmima.

Dok višećelijski prokarioti predstavljaju samo udruživanje istovetnih ćelija, višećelijski eukarioti su podvrgnuti ćelijskom diferenciranju. Ćelije prestaju da bivaju polivalentne; budući da se svaka ćelija specijalizuje, genetička informacija biva delokalizovana. Jedna ameba iz familije

akrazijales sposobna je, uostalom, da, prikupljajući više jedinki, obrazuje privremeni višećelijski organizam kada bakterija, kojima se hrani, ponestane. Udružujući se, ova jednoćelijska bića diferenciraju se za nekoliko desetina sati.

Zbog nužnog povećanja genetičke informacije radi osiguranja umnožavanja broja ćelija — koje su isto tako jedinice prevođenja kôda — njihovih tipova i njihovih veza, povećava se složenost..

Dok se redundancija pojedinačne ćelije smanjuje, redundancija organizma raste. Ponavljanje istovetnih ćelija u organima stvara zone lokalne redundancije, redundancije osiguranja koja nadoknađuje eventualna razaranja, i redundancije samoorganizacije jer, ukoliko je potrebno, ove ponovljene ćelije proizvode odbrambene odgovore na nepredviđene agresije.

Neke metazoe su na početku možda posedovale unutrašnju kompaktnost, dok su druge u unutrašnjosti obrazovale šupljinu (celom) koja je komunicirala sa spoljašnjošću. Neke su bile veoma pokretne. Najzad, i to predstavlja odlučujuću transformaciju, višećeličnost je bila praćena znatnim usporavanjem rasta i umnožavanja, kao i produžavanjem dužine trajanja života.

Jedno takvo umnožavanje bilo je moguće uspostavljanjem:

1) specijalizovanih sistema metaboličkog, čulnog i motornog povezivanja sa sredinom, što je životinjama omogućilo da izbegnu nepokretnost čije su žrtve bile biljke;
2) sistema integracije u obliku puteva za transport hrane i nervnih i humoralnih puteva za prenošenje hormonskih i nervnih informacija.

Višećeličnost, sve u svemu, predstavlja suštinsku etapu, koja je za sobom povukla znatno povećanje spoljašnjih i unutrašnjih prinuda, kao i umnožavanje i diverzifikaciju sopstvenih ponašanja. Ne treba zaboraviti da je, sa te tačke gledišta, etapa višećeličnosti bila označena fundamentalnim račvanjem koje je dovelo do toga da se biljke i životinje, čije je poreklo međutim bilo zajedničko, udalje. Prve, gubeći pokretljivost, zaputile su se u evolutivni ćorsokak, dok druge, razvijajući se, nisu prestale da se usložnjavaju.

7. platforma: vertebralizacija

Vertebralizacija je organizam oslobodila prinuda spoljašnjeg sveta koji je ograničavao njihovo širenje. Ona, osim zaštite centralnog nervnog sistema pomoću koštanog omotača (pršljenovi i lobanja), pomoću unutrašnjeg skeleta ostvaruje čvrstinu udova. Ova tekovina je bila neophodna za efikasnost i preciznost čulnih i motornih funkcija, bez kojih je osvajanje kopna i vazduha bilo nemoguće.

8. platforma: homeotermija

Homeotermija je organizam oslobodila termičkih prinuda sredine, olakšavajući tako širenje i diverzifikaciju živih formi. Njeno uspostavljanje pratila je, uostalom, jedna nova neuropsihička aktivnost, san.

9. platforma: zaštita potomstva

Preživljavanje, zaštita i podizanje mladunaca odista su olakšani i poboljšani uspostavljanjem unutarmaterične trudnoće i dojenja.

10. platforma: bipedija

Oslobađajući ruku lokomotorne funkcije i lobanju u odnosu na facijalni deo, bipedija je označila prvu etapu hominizacije.

Živa materija koja misli

11. platforma: misao

Ova najsloženija strukturno–funkcijska platforma, kvalitativno drukčija od ostalih, bez sumnje predstavlja poslednju etapu evolucije materije, jer ostvaruje ne samo "promišljanje" materije o sebi, nego u izvesnom smislu i "promišljanje" svemira o samom sebi.

Oslobođen mnogobrojnih prinuda, mozak je kod čoveka mogao razviti poslednji nivo redundancije, na osnovu koga su se samoorganizatorski i memorijski kapaciteti žive materije povećali za više kategorija.

Ova struktura razmišljanja funkcioniše u dva pravca, u pravcu sebe i u pravcu svemira, u svim njegovim dimenzijama prostora i vremena. Razmišljanje o sebi, omeđeno postojanjem psihičke nesvesne strukture. Razmišljanje o svemiru, omeđeno nekim prostorno–vremenskim konstantama.

Ovo dvostruko razmišljanje prošireno je stvaranjem artikulisanog govora, novog izvora samoorganizacije, sećanja i stvarne intencionalnosti. Iz govora se rodila kultura, obeležena novim načinom evolucije koji je prouzrokovao čitav jedan veštački svet memorije i procesa samoorganizacije. Među onim probojima kontinuiteta koji su obeležili evoluciju žive materije ljudski govor je nesumnjivo najradikalniji.

Liniju najvećeg nagiba evolucije možemo, sve u svemu, posmatrati kao smenu asimetričnih račvanja, jer na svakoj platformi samo jedan deo živih bića, uvek najmanji, sledi put strukturne i funkcijske promene platforme, put najveće složenosti. Oni koji nisu promenili platformu

diverzifikovali su se u izvesnim granicama da bi se prilagodili svojim ekološkim nišama, ali su, nesumnjivo konačno, ostali na nivou složenosti koji su dostigli. U masi živih bića koja se okupila u podnožju planine prostora i vremena, na početku su sva u principu imala iste šanse da stignu do vrha. Međutim, što je vreme više odmicalo, povećavala se nadmorska visina i sve se više smanjivao broj onih koji su nastavljali uspinjanje, a da, pri tom, nikada niko nije birao svoju sudbinu.

EVOLUTIVNI CIKLUS I NJEGOVE FAZE

Ništa nije večno, sve se menja, čak i kosmos i, kako su to mislili filozofi presokratičari i taoisti, sve se vraća u svoje prethodno stanje. Zamena pravolinijskog vremena stalne promene kružnim vremenom stalnog ponavljanja predstavljala je jedan od prvih uslova naučne revolucije XVII i XVIII veka. Vek koji je sledio i naš vek pratili su isti tok razmišljanja: sve "napreduje". Odatle potiče položaj koji je zauzela teorija evolucije, reč koje nema kod Lamarka koji govori o napretku, reč koje nema u prvom izdanju *Postanka vrsta*. Moć tih pojmova evolucije i progresa bila je tolika da su ponavljanje, večni povratak bili zaboravljeni. Ne samo što je jedino postojao napredak nego je morao biti i neograničen. Međutim, sve se rađa, živi i umire, jedinke, vrste, zvezde...

Ni Lamark ni Darvin nisu mislili na cikličnu evoluciju velikih linija, a još nedavno Mejr (1970), jedan od osnivača sintetičke teorije, odbacio je tu ideju jer ona očigledno teži da umanji ulogu prirodne selekcije u evoluciji. Za Rozu (1931), čije je delo potpuno zaboravljeno, svaka vrsta već od svog nastanka poseduje "filogenetsku perspektivu"

koju predstavlja "čitav filum koji ona po svojoj unutrašnjoj sposobnosti može da proizvede" (str. 89). Ali, od te sposobnosti ostvariće se samo moguće, budući da će vrste koje su potomci "začetničke vrste" ostvariti samo deo mogućih vrsta. Posle prve pojave jedne nove vrste, Roza razlikuje fazu najvećeg procvata ili krize i fazu gašenja, koju *ponekad* zamenjuje faza "konačne stalnosti". Vandel (1968), koji je veoma jasno izrazio ovu ideju evolutivnog ciklusa, razlikuje samo tri faze, ne razmatrajući Rozinu fazu "konačne stalnosti". Prva faza se sastoji u pojavi novog tipa; to je Šindevolfova (Schindewolf, 1936) tipogeneza. Reč je o fenomenu koji relativno brzo prolazi i ne ostavlja nikakve fosile. Danas se, posle Eldridža, govori o *tačkastim ravnotežama*. Za Vendela značajnu činjenicu predstavlja to što se ova tipogeneza uvek obavlja počev od vrste koja nije posedovala nikakvu posebnu specijalizaciju, koja je pripadala *opštem* ili uopštavajućem tipu. U početku je, na primer, teško razlikovati zverove od papkara. "Druga faza predstavlja iskorišćavanje novog pronalaska"[2]; to je faza diverzifikacije karakteristične za *diverzifikujuću* ili *adaptivnu evoluciju*. Pokušani su svi načini kretanja, ishrane, itd., ispitane su i zauzete sve raspoložive ekološke niše. Tako kod svih kičmenjaka nalazimo trkače, penjače, plivače, mesojede i biljojede. Najsnažniji love ili uništavaju one koji su prvi zaposeli ekološke niše koji bi inače mogli sa njima da se nadmeću. Tokom treće faze grupa, zbog specijalizacije, gubi svoju evolutivnu sposobnost. Ova faza starenja najavljuje gašenje. Evolucija će se nastaviti zahvaljujući onome koji će biti najmanje specija-

[2] Vandel, 1968, str. 158.

lizovan. Njemu će pripasti preuzmanje štafetne palice u smislu jedne nove tipogeneze. U toj perspektivi ne izgleda da prilike, sredina, igraju značajnu ulogu.

Problem evolutivnog ciklusa potpuno su obnovili Raup i saradnici (1973) i Guld i saradnici (1977), zahvaljujući poređenju stohastičkih modela filogeneze sa paleontološkim podacima. Ovi modeli koje proizvode računari ne odnose se ni na jedan određen taksonomski nivo i sastavljeni su od celine *linija*, nazvanih *kladama* ili *taksonima*. Tehnika simulacije zasnovana je na nekoliko principa proisteklih iz posmatranja. U ekosistemu se između vrsta uspostavlja ravnoteža. Kako jedan događaj u okviru evolutivnog ciklusa (nastanak, diverzifikacija, gašenje jedne filetičke grupe) zavisi od velikog broja promenljivih, on može biti predskazan samo statistički. Simulacija, dakle, mora biti stohastička, a program obuhvata samo mali broj prinuda. Naravno, nijedna hipoteza o mehanizmu diverzifikacije putem razgranatog račvanja (*branching*) nije postavljena.

Principe na kojima je program zasnovan pružila je paleontologija:

1) svaka linija ima zajedničkog pretka;
2) nova linija može poticati samo iz jednog račvanja;
3) linija se može u svakom trenutku ugasiti;
4) testirano je samo ono što je biološki najverovatnije.

Program obuhvata sledeće podatke:

1) Koristeći arbitrarnu vremensku skalu, simulacija počinje jednom jedinom vrstom koja će evoluirati u vremenu;
2) Njena sudbina određena je brojnim slučajnostima. U svakoj jedinici vremena ona se može bilo ugasiti, bilo opstati i račvati se, stvarajući jednu novu liniju, bilo

opstati bez račvanja. Verovatnoća gašenja najčešće je fiksirana na vrednosti manjoj od vrednosti račvanja;

3) Nastala linija podvrgnuta je istoj sudbini kao majčinska vrsta;

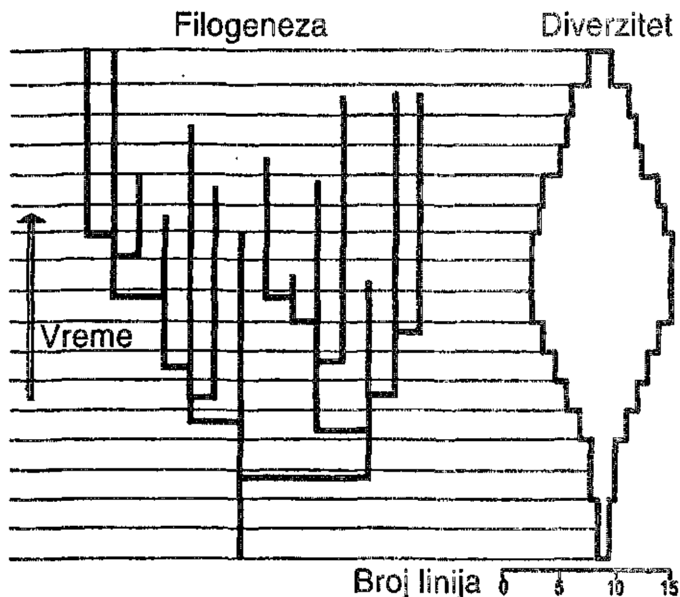
4) Da bi se izbegao geometrijski rast broja račvanja, program sadrži instrukciju koja kontroliše diverzifikaciju. Fiksirana je ravnoteža diverzifikacije oko koje diverzitet stohastički osciluje, budući da oscilacije ublažava jedna konstanta;

5) Modeli takođe mogu biti načinjeni bez fiksiranja bilo kakvog ublažavanja ili ravnoteže u početnoj fazi. U tim slučajevima, u kojima su verovatnoće gašenja i račvanja jednake, dosta pokušaja propada;

6) Veličina klade, koja spaja trajanje i diverzifikaciju linija, ima određene minimalne i maksimalne vrednosti. U jednoj tipičnoj seriji može se proizvesti sve do 500 linija (videti sl. 5, str. 185).

Posle beleženja jedne simulirane klade, moguće je izračunati (vreme na ordinati, broj linija na apscisi) njihovo trajanje u arbitrarnoj jedinici vremena; maksimalni diverzitet (maksimalni broj linija prisutan u istoj jedinici vremena) i prosečan diverzitet; njihovu veličinu (trajanje X prosečan diverzitet); njihovu homogenost (obrnutu varijaciji diverziteta); težište T (vreme u kome je smešten prosečan diverzitet (videti sl. 6, str. 186). Klade koje se odnose na stvarne taksonomske grupe obrađene su na isti način i upoređene sa simuliranim kladama. Raup i saradnici (1973) su, na primer, poredili 481 simuliranu kladu sa 178 familija gmizavaca (videti sl. 7 i 8, str. 187 i 188). Simulirane klade u celini imaju oblike sasvim uporedive sa oblicima stvarnih klada. U oba slučaja one evoluiraju prolazeći

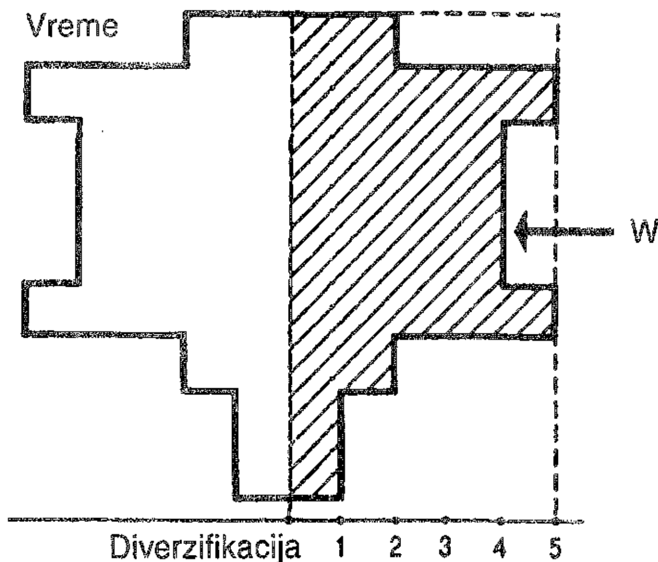
kroz tri faze, fazu diverzifikacije, fazu ravnoteže i fazu gašenja. Klade koje se diverzifikuju veoma brzo često se prerano gase, na šta je ukazao već Roza (1931).



Sl.. 5. — Kompjuterska simulacija filogeneze (levo) i varijacije broja linija u vremenu (desno). Ovi modeli mogu se primeniti na sve taksonomske nivoe (prema Raupu i sarad., 1973).

Guld i saradnici (1977) i Guld (1977) poredili su klade prekambrijuma i kambrijuma sa kladama koje su se pojavile posle kambrijuma, izračunavajući težište (T) svake od njih. Kod klada prekambrijuma i kambrijuma T je uvek manje od 0,5, što se objašnjava činjenicom da su prve me-

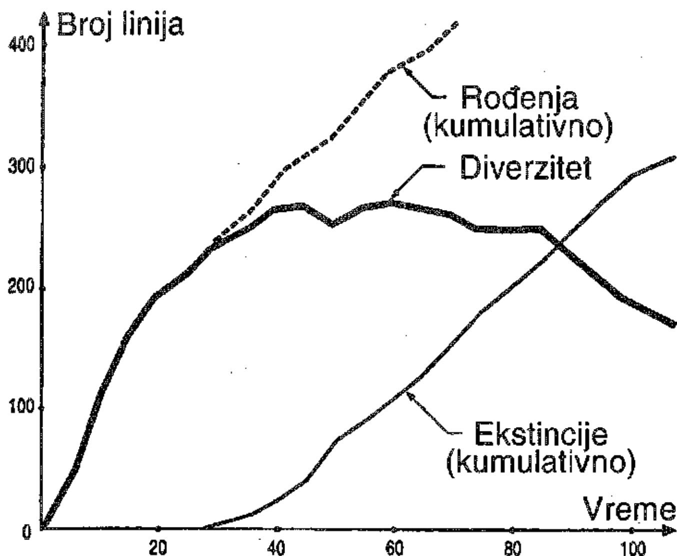
tazoe (proeukarioti i jednoćelijski eukarioti) pred sobom imale skoro neograničen prostor i izvor hrane, da bi se potom umnožile na eksponencijalni način i suviše brzo dosti-



Sl. 6. — Model numeričke analize linije proizvedene simulacijom na računaru. Vreme na ordinati (trajanje linije). Diverzifikacija roda na apscisi. T: težište (vreme u kome je smešten prosečan diverzitet) (prema Guldu i sarad., 1977).

gle fazu ravnoteže. Naprotiv, za 350 klada koje su se pojavile posle kambrijuma, a koje je Guld analizirao, prosečno T je 0,4993, drugim rečima 0,5, što znači da je u prostoru koji je već zauzet ravnoteža dostignuta na polovini života

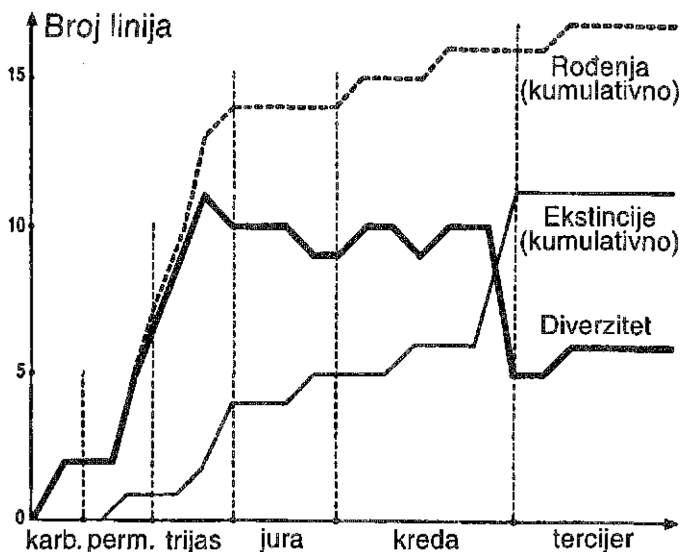
klade. Tako se mogu razlikovati dve kanonske forme klada: videti sl. 9, str. 189.



Sl. 7. — Kompjuterska simulacija nastanka i gašenja 481 linije i broj linija koje postoje u svakom vremenskom trenutku (diverzitet u funkciji vremena). Na ordinati: broj linija; na apscisi: vreme u jedinicama vremena računara (prema Raupu i sarad., 1973).

Poučavanje klada vodozemaca i sisara veoma dobro otkriva ulogu koju su u mezozoiku imali dinosaurusi. Njihovo carstvo smanjivalo je broj vodozemaca i blokiralo širenje sisara koji su se upravo pojavili. Nestanak ovih

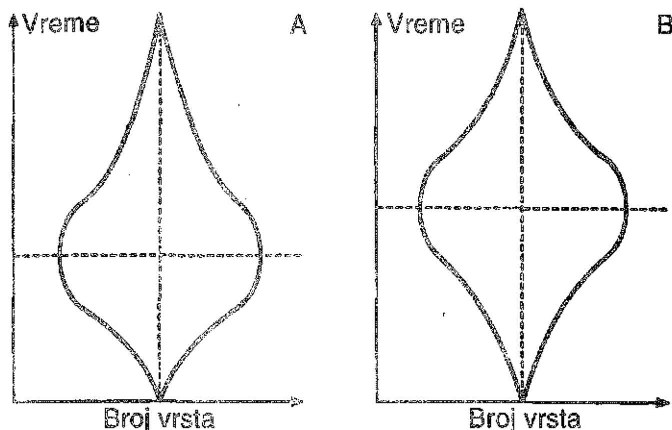
krupnih gmizavaca bio je uslov za vladavinu sisara, ili bar za njihovo širenje (videti sl. 10 i 11, str.190 i 191).



Sl. 8. — Nastanak i gašenje 178 familija gmizavaca, grupisanih u 17 linija. Na ordinati: broj linija; na apscisi: geološki periodi (prema Raupu i sarad., 1973).

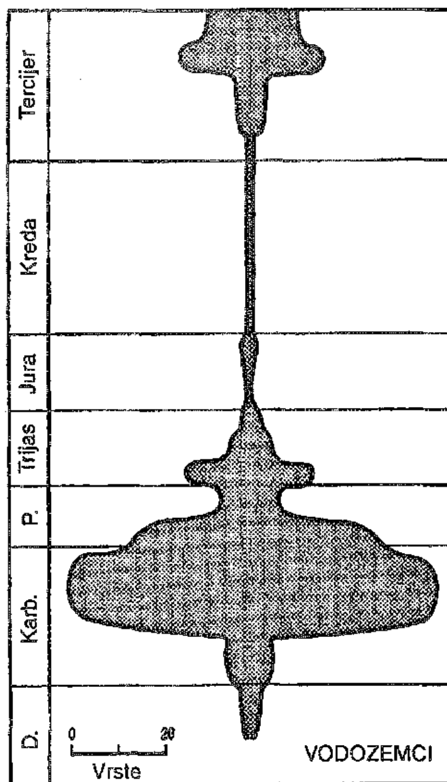
Ova istraživanja na pravim kladama takođe pokazuju da su šanse za pojavljivanje jedne nove klade ili novog reda, po jedinici vremena, mnogo manje od šanse za pojavljivanje novog roda ili nove vrste, što govori u prilog težnji evolucije da se zaustavi. Najzad, sve klade, stvarne ili simulirane, prolaze kroz jedan evolutivni ciklus koji ih ne-

zaobilazno vodi ka gašenju. Kao i u slučaju radioaktivnih elemenata, može se odrediti njihov poluživot. U toj perspektivi bilo bi moguće videti da li klada vrste u okviru jednog roda ima kraći poluživot od klade rodova u okviru jedne klase.

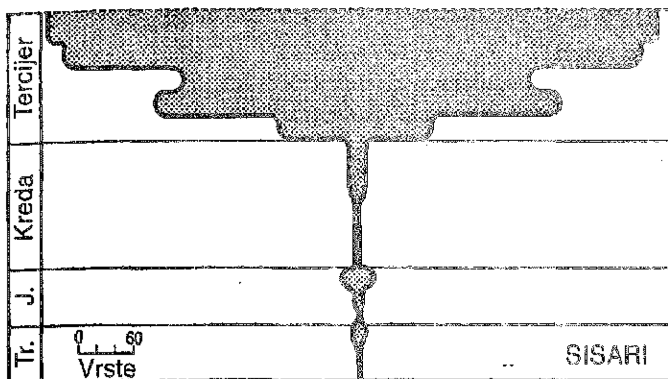


Sl. 9. — A. Shema koja pokazuje da je u prekambrijumu diverzifikacija linija dostigla svoj maksimum pre sredine njihovog života (T < 0,5). B. Shematska forma evolucije jedne linije posle kambrijuma: maksimalna diverzifikacija odgovara polovini dužine života linije (težište = 0,5) (prema Guldu, 1977).

Ostaje da se razmotre mehanizmi koji posreduju u različitim fazama evolutivnog ciklusa: promena evolutivne platforme, ravnoteža i širenje, potom gašenje.



Sl. 10. — Evolucija vodozemaca. Na ordinati: geološki periodi: D (devon), Karb. (karbon), P (perm), Tr (trijas), J (jura), K (kreda), T (tercijer). Na apscisi: broj vrsta prisutan u svakom periodu (prema Müller, 1961; navedeno u Guld i sarad., 1977).



Sl. 11. — Evolucija sisara od trijasa do tercijera. na ordinati: geološki periodi: Tr (trijas), J (jura), K (kreda), T (tercijer) (prema Müller, 1961; navedeno u Guld i sarad., 1977).

SPECIJACIJA

Podsetimo se da je vrsta bila definisana međusobnom oplodivošću, interfertilitetom, jedinki koje je čine. U okviru pojma evolutivnog ciklusa vratimo se, dakle, svakoj od faza da bismo pokušali da joj tačno odredimo mehanizme i modalitete.

I / *Specijacija promenom evolutivne platforme*

Ovaj tip specijacije bio je veoma redak, ali apsolutno odlučujući; on karakteriše liniju najvećeg nagiba evolucije. Čak i ako se individualizuje 15 do 20 fundamentalnih evolutivnih etapa, to je još uvek veoma mali broj za proces koji traje već skoro četiri milijarde godina. Poznajemo

samo specijacije koje su bile praćene uspehom. Koliko je, međutim, bilo poraza? Kao i svaka specijacija, i ova se u početku odnosi samo na populacije sa ograničenim stvarnim brojem jedinki, na osnivačke populacije.

U svim slučajevima sticanje nove strukture je, kvalitativno, okarakterisano konačnom funkcijskom transformacijom; kvantitativno, okarakterisano je porastom složenosti koja nužno ne zahteva znatnu količinu nove informacije; povećanjem redundancije koja se ne odnosi samo na sâm genom; najzad, učvršćivanjem zatvaranja sistema u samog sebe, što predstavlja uslov očuvanja te nove tekovine.

Premda smo u vezi sa ovim uvek svedeni na hipoteze, dozvoljeno je tvrditi da su u ovom tipu specijacije mogli biti pokrenuti višestruki mehanizmi, raznoliki i različito kombinovani. Da bi se jedna takva specijacija efikasno i trajno ostvarila, živi sistem mora posedovati veliku pouzdanost, veliku inertnost — ali, ona može biti nadoknađena sporošću procesa — mora posedovati dovoljnu redundanciju da bi osigurao nova određivanja. Najzad, nova struktura može se pojaviti samo u malo specijalizovanoj, uopštavajućoj populaciji koja poseduje tek dovoljnu prilagođenost, jer specijacija nameće unutrašnje prinude koje se suprotstavljaju promeni.

Unutrašnji mehanizmi - stvaraoci jedne nove strukture odnose se pre na regulatorne gene nego na veoma brojne strukturne gene; nije reč toliko o tačkastim mutacijama koliko o rekombinacijama gena tokom mejoze ili oplođenja, ili pak o preuređenju hromozoma koji su, po svojoj prirodi, dosta osetljivi, o rekombinacijama i preuređenjima kojima se, iz nepoznatog razloga, daje prednost pri

prenošenju. Pri svemu tome, nije jasno kako bi ovi procesi bili delatni ako se, posredovanjem sredine, ne događaju u čitavoj populaciji. Kako su procesi regulacije postavljeni na visok nivo opštosti, dovoljan je jedan mali broj novih pojedinosti da bi se, na takoreći automatski način bez dodatne informacije, prouzrokovalo obrazovanje struktura čija bi nas složenost mogla uveriti da su one iziskivale značajan dopinos novih informacija. Mali uzrok, veliki efekti.

Jedan dosta rasprostranjen postupak povećanja kapaciteta kodiranja hromozomske DNK podseća na postupak povećanja kapaciteta u pisanom jeziku. Sve reči koje čine leksiku jednog jezika obrazovane su od malog broja slova (26 u francuskom jeziku) udruženih u različite kombinacije, a spajanje tih reči omogućava da se proizvede beskonačan broj rečenica. Prema klasičnoj koncepciji, gen predstavlja reč napisanu "nukleinskim" jezikom, koji zatim biva preveden na "proteinski" jezik. Činjenica da brojni geni predstavljaju mozaik introna i egzona dovela je do preispitivanja ove koncepcije, jer jedan isti niz baza DNK prepisan u preinformacionu ili prekurzorsku RNK može dati različite tipove iRNK zavisno od tačke na kojoj će biti prekinuta sekvenca preinformacione RNK i zavisno od prirode egzona koji će u iRNK biti spojeni.

Evo dva primera ovog procesa. Kod voćne mušice jedan regulatorni gen segmentacije prepisan je u više iRNK i u više različitih proteina[3]. Kod sisara isti gen za kalcitonin (hormon koji učestvuje u metabolizmu kalcijuma) može biti prepisan u dve iRNK, bar, prevedene u dva različita hormona (kalcitonin i CGRP, prema anglosaksonskom izrazu Calcitonin-Gene-Related Peptide). U obe iRNK

[3] Spierer i Goldschmidt-Clermont, 1985.

tri prva egzona su istovetna, ali u slučaju kalcitonina preinformaciona RNK isečena je posle egzona 4, a u iRNK egzon 3 je slepljen sa egzonom 4, dok se u slučaju CGRP presecanje obavlja posle egzona 6, a slepljivanje egzona 3 ostvaruje se sa egzonom 5. Isti gen, dakle, može dati kalcitonin ili CGRP, ili oboje, zavisno od prirode ćelije u kojoj se procesi događaju. U leukocitima, na primer, geni proizvode samo kalcitonin, a u fibroblastima oba tipa hormona[4].

Prema klasičnoj koncepciji, gen predstavlja niz baza DNK koji se prepisuje u preinformacionu RNK; onda treba prihvatiti da se jedan jedini gen može prepisati u više različitih iRNK, što ne zadovoljava u dovoljnoj meri; zato se danas pre teži da se razmatra kao onoliko različitih gena koliko ima raznolikih kombinacija egzona prepisanih u iRNK na osnovu istog niza baza DNK, u okviru koga, dakle, različiti geni jedni u druge zalaze i jedni na druge naležu. Prevođenje u različite proteine zavisi od nivoa na kome je niz baza isečen i od prirode slepljenih egzona, procesa koji se diverzifikuje u funkciji vrste ćelije i trenutka ontogeneze. Tako, zahvaljujući tome što introni "cepkaju" DNK, isti niz baza DNK služi za proizvodnju različitih proteina, što, zahvaljujući velikoj ekonomiji genetičke informacije, dozvoljava da se znatno poveća kapacitet kodiranja hromozomske DNK, dakle količina informacije organizma, a istovremeno i njegova evolutivna sposobnost.

Prisustvo introna i ponovljenih sekvenci, od kojih su neke sposobne da promene mesto u genomu (transpozo-

[4] Navedeno u Israël, 1986.

ni), i postojanje molekulskog unutarindividualnog i međuindividualnog polimorfizma, vrlo verovatno takođe igra značajnu ulogu u evoluciji, bilo da je reč o povećanju složenosti ili o jednostavnoj adaptivnoj radijaciji. U evoluciji bi, dakle, mutacije imale samo dodatnu ulogu.

Kako količina DNK po ćeliji, od prokariota do sisara, teži da se poveća, to povećanje može poticati od procesa poput endosimbioze, udvajanja gena, poliploidije u slučaju biljaka i vodozemaca, na primer. Međutim, ostaje da se objasni zašto neke biljke, izvesne primitivne ribe i daždevnjaci imaju sasvim očigledno više DNK od sisara. Maksimalna količina DNK susreće se kod nekih ameba i arhaičnih biljaka[5].

Ako se smatra da tokom ontogeneze ćelijsko diferenciranje, povećavajući redundanciju organizma, smanjuje redundanciju svake od ćelija, neotenija, usporavajući razviće, stvara manje specijalizovane organizme, dakle redundantnije, uz očuvanje redundancije vezane za višećeličnost.

Moguće je da isto tako funkcionišu spoljašnji mehanizmi; ali, mutacije koje izaziva sredina uglavnom su štetne, izuzev ako se ne radi o rekombinaciji gena tokom uspostavljanja SOS-sistema. Da bi prinude koje nameće sredina bile delotvorne, potrebno je da budu jače od unutrašnje koherentnosti živog bića i da ono može da nadoknadi dezorganizaciju koju su one izazvale. Zato promenu evolutivne platforme može odrediti snažna spoljašnja prinuda, poput toksina, jonizujućih zračenja, klimatskih promena, itd. Uostalom, bilo je primećeno da masovna gašenja

---

[5] Stebbins i Ayala, 1985.

čiji su uzrok snažne spoljašnje prinude mogu biti praćena pojavom novih vrsta.

Stvaranje nove strukture najčešće može biti istovremeno stupnjevito i naglo. Ono je stupnjevito u onoj meri u kojoj je sporo pripremano akumulacijom lokalnih promena koje ostvaruju "mozaičku" evoluciju. Naglo je u onoj meri u kojoj početak funkcionisanja nove strukture oživljava proces "sve ili ništa". Tetrapodija je bila pripremljena kod riba dvodihalica pojavom dvostrukog plućnog i škržnog disanja i izmenama skeleta udova[6]. Takođe, bilo je potrebno 120 Mg da serija složenih izmena preinači gmizavce u sisare; ali pretvaranje, trenutak u kome je sisarska struktura postala potpuno funkcionalna, morao je biti relativno brz. Nasuprot, teško je sagledati koja je adaptacija mogla biti povoljna za prelazne forme što su prethodile letu slepih miševa, letećih gmizavaca ili ptica. Životinja je letela ili nije letela, ali nije bilo potrebno da tokom vekova vuče po tlu nefunkcionalna krila. No, ne treba isključiti mogućnost naglih promena pod dejstvom katastrofičnih prinuda.

Poput svake promene, specijacija je promenom platforme morala biti ograničena unutrašnjim prinudama životinje, posebno arhitekturnim prinudama. Pogotovo što, jednom stečena, ona kasnije nije bivala izgubljena. Uostalom, značajno je to što veća skrivenost jedne strukture znači njenu veću stabilnost. Atomsko jezgro je stabilnije od atoma, atom od molekula, funkcija od forme, a genotip od fenotipa. Kada se nova struktura uspostavi, potrebno je da bude praćena učvršćivanjem integracije organizma.

[6] Forey, 1984.

Na kraju krajeva, ostaje činjenica da je poreklo promena evolutivne platforme teže objasniti od promene specijacija adaptivnom radijacijom, jer one nikada nisu direktno uočene i nikada nisu mogle biti veštački izazvane. U njima se krije velika zagonetka evolucije.

2 / *Specijacija adaptivnom radijacijom*

U svakom trenutku evolucije, žive forme teže da se diverzifikuju, posebno čim je jedna nova evolutivna platforma savladana. Ovaj tip specijacije jednostavnom adaptivnom radijacijom kvantitativno predstavlja najveći broj promena tokom evolucije dok, kvalitativno, u maloj meri učestvuje u samom evolutivnom procesu jer predstavlja samo nastavak promena, u istom smislu, ponašanja i morfologije vrsta jedne iste klase ili jednog istog reda. Tako se kod sisara susreću svi načini kretanja (hodanje, letenje, plivanje) i ishrane. Pri svemu tome, ne treba suprotstaviti dva tipa specijacije, koji su u stvari komplementarni, jer se na osnovu jedne date promene proizvodi promena evolutivne platforme. Od jedne vrste riba proistekli su tetrapodi, od jedne vrste gmizavaca sisari, a od jedne vrste primata proistekao je čovek.

U početku radijacijom mogu upravljati različito kombinovane okolnosti koje deluju na jednu smanjenu populaciju. Na prvom mestu, sticanje novog strukturno-funkcijskog sistema, poput ćelijske jedarnosti, višećeličnosti ili unutarmaterične trudnoće. Drugostepeno, oštre spoljašnje prinude, poput onih koje izazivaju masovna gašenja tokom čitave istorije života. One su, doista, dosta često praćene adaptivnim radijacijama preživelih. Najzad, oslobađanje jedne niše gašenjem onih koji su je zauzimali, ili di-

verzifikacijom sredine kao posledicom nekog geološkog događaja (razdvajanje ili spajanje kontinenata, pomaljanje ostrva), privlači neke vrste koje ne oklevaju da promene ponašanje i morfologiju; ali, vrste koje su suviše specijalizovane ne mogu da izdrže ove promene okoline. Uopšte, morfologija i fiziologija vrsta posebno su osetljive na uslove života. Kao dovoljan dokaz uzeću samo varijacije veličine primećene na ostrvskim fosilima. Na ostrvima, bilo da je reč o onima uz kalifornijsku obalu, uz obalu Atlantika (Kanarska ostrva), u Sredozemlju ili o Malajskom arhipelagu, primećeno je smanjenje veličine krupnih sisara (slon, nosorog, jelen, itd.), dok je veličina malih glodara težila da se poveća. Na Siciliji i Malti, na primer, visina slona je za oko 1 Mg opala sa 4 m na 0,9 m. Ovde nije reč o naglој genetičkoj varijaciji, jer su nađene prelazne veličine, nego o progresivnoj adaptaciji na nove uslove života, budući da je mala visina uvek praćena drugim morfološkim promenama. Promena sredine, posebno ograničenost prostora, zaista je odlučujući faktor jer nikada izvan ostrva nisu nađeni fosili "patuljastog" slona. Za uzvrat, u slučaju ostrvskih glodara koji su postali "džinovski", varijacija njihove veličine mogla bi se objasniti nedostatkom sisarskih predatora[7]. Uostalom, pripitomljavanje uz zatvaranje životinja u ograničen prostor, takođe za sobom povlači smanjenje veličine. Divlji tur, predak naših goveda, u predelu grebena imao je visinu od 2 m, a težio je 1.500 do 2.000 kg. Pripitomljen u Grčkoj pre deset hiljada godina, u srednjem veku postao je krava od 200 do 300 kg, sve dok veštačka selekcija nije sistematski od XVIII veka pro-

[7] Thaler, 1973.

izvela krave teške od 600 do 800 kg. Ovu morfološku plastičnost lepo ilustruju psi, čije su sve rase imale zajedničkog pretka, vuka.

Adaptivna radijacija velikim delom takođe zavisi od organizacije genoma, posebno od veličine i broja hromozoma. Olakšana je istovremenim prisustvom introna, ponovljenih sekvenci, transpozona i hromozomskih izmena koje se primećuju tokom čitave evolucije. Ditrijo (1986) je u novije vreme pokazao da promene oblika, veličine i broja hromozoma – bez dodavanja ili gubljenja euhromatskih segmenata – imaju kratkoročne efekte na način specijacije, a dugoročne efekte na razmenu gena. Kod sisara (200 proučenih vrsta) 2n broj hromozoma varira od 6 do 84, a kod primata od 20 do 80. Translokacije, fisije, fuzije i inverzije hromozoma, naime, menjaju njihov broj a naročito respektivni položaj gena. Što je broj hromozoma veći, veće su mogućnosti rekombinacije gena, a genska razmena je značajnija. U tom slučaju specijacija je razgranatog tipa, drugim rečima srodne vrste su mnogobrojnije, kao u slučaju većine primata, glodara i zverova. Suprotno, u slučaju perajara[8], kod kojih su broj hromozoma i razmena gena redukovani, specijacija se uglavnom obavlja jednostavnim račvanjem, drugim rečima, ulogom koju ima polno razmnožavanje, čak i hibridizacija, kada može dati snažno i plodno potomstvo.

Životinje, nikada pasivne u odnosu na sredinu, prilagođavaju joj se sopstvenim ponašanjima i, s obzirom na njih, raspoređuju se u različite niše, ne računajući to da im njihova težnja ka širenju, ispitivanju i osvajanju novih teritorija nameće da se prilagode najrazličitijim sredinama. One

[8] Morževi, tuljani i foke.

koje u tome ne uspevaju prirodna selekcija eliminiše. Najzad, ne zaboravimo da su neke vrste sposobne da svoju sredinu čak veoma duboko izmene, poput fotosintetskih algi koje proizvode kiseonik, ili čoveka koji je menja i slučajno i namerno.

Odgovor vrsta na zahteve sredine predstavlja problem njihove adaptivne sposobnosti. Samo se po sebi razume da što je jedna vrsta sposobnija da se prilagodi, ima manje potrebe da se menja. No, posmatrano sa tog stanovišta, vrste se veoma mnogo razlikuju jedna od druge, kao što dokazuju tri sledeća primera. Fabr (Fabre, 1981) je primetio da su gmizavci posle dve adaptivne radijacije, u potpuno istoj sredini, sa jedne strane dali specijalizovane forme koje je prirodna selekcija odstranila tokom ekoloških razaranja, a sa druge strane kopnene "konzervativne" forme, od kojih je jedna vrsta još živa (*Sphenodon punctatus*) i nije se suštinski promenila tokom 225 Mg. Kod riba, u okviru familije Ciclidae, u istoj sredini (jezera istočne Afrike), postoje dva roda koja, sa adaptivnog stanovišta, imaju sasvim suprotne odlike. Rod *Tilapia,* s jedne strane, obuhvata malobrojne i morfološki dosta slične vrste, a sa druge, rod *Haplochromis* čini stotinak morfološki veoma raznolikih vrsta. U prvom slučaju reč je o uopštavajućim vrstama sposobnim da se bez vidljive izmene prilagode različitim nišama, dok je u drugom slučaju reč o specijalizovanim vrstama usko prilagođenim određenim nišama koje su, sledstveno tome, veoma osetljive na ekološka razaranja. Najzad, kada je reč o adaptivnim radijacijama, u klasi ptica primećuju se iste nejednakosti. Od 9.000 vrsta 5.300 pripada rodu *Passeriformes*, među kojima 4.000 podrodu pevačica. Kada je, kratko rečeno, adaptivna radijacija

znatna, vrste teže da se specijalizuju, drugim rečima da izgube veliki deo svoje adaptivne i evolutivne sposobnosti. Uopštavajuće vrste bi, dakle, u principu trebalo da sačuvaju veću evolutivnu sposobnost, bar dok ne dostignu univerzalnu adaptivnu sposobnost. U poslednjem slučaju, u slučaju čoveka, najmanje specijalizovane više životinje, njegova sposobnost adaptacije na svaku okolinu omogućila mu je da izbegne specijaciju adaptivnom radijacijom. Postoji, dakle, samo jedna ljudska vrsta. Verovatno je u genezi sveprisutnih uopštavajućih vrsta neotenija imala znatnu ulogu.

Poput svih bioloških procesa, i širenje adaptivnih radijacija takođe se, zbog unutrašnje koherentnosti živog sistema i spoljašnjih prinuda, susreće sa ograničenjima. Tako su se tokom hiljada godina gmizavci suprotstavljali širenju sisara, dakle njihovoj adaptivnoj radijaciji. Masovna gašenja prvih, bez sumnje pod dejstvom hlađenja atmosfere, dozvolila su drugima, manjim i bolje zaštićenim homeotermijom, da prežive i da se diverzifikuju. Adaptivne radijacije su, kada sredina ostaje stalna, takođe ograničene zasićenjem ekosistema koji mogu podneti samo određeni broj vrsta i određenu naseljenost[9].

3 / *Nasleđivanje stečenih karaktera*

Kada sredina izgubi moć da jednu vrstu prisiljava na adaptivnu radijaciju, vrstu menja njeno sopstveno ponašanje. Zaista, takav je slučaj sa rodom *Homo,* čija se unutarlobanjska zapremina za 2 Mg udvostručila a da, na početku te promene, nije moguće naći nijedan drugi uzrok

[9] May, 1978.

do samo ponašanje. Doista je otkriveno da što je kod kičmenjaka relativna zapremina mozga veća, evolucija je brža. A to znači da što je životinja aktivnija u interakcijama sa sredinom, više uvodi sopstvena ponašanja, a ona imaju odlučujuću ulogu u njenoj evoluciji. Ovi zaključci vode, dakle, ka odgovoru na pitanje, za mnoge neumesnom, o nasleđivanju stečenih karaktera, na koje je suviše često svođena lamarkistička teorija. Bilo da do promene ponašanja dovode okolnosti ili promena potiče od preduzimljivosti životinje obdarene sposobnošću da uvodi novine i da podražava, ostaje da se sazna kako ona može izmeniti fenotip i kako on može trajno transformisati genotip. To je pitanje na koje sam podsetio u vezi sa pijažeovskom teorijom fenokopije.

Odmah moram reći da nijedan eksperiment ne može ni da opovrgne ni da potvrdi hipotezu o nasleđivanju stečenih karaktera zato što su za upisivanje stečenog u genotip potrebne desetine i desetine miliona godina, vreme kojim se nijedan eksperimentator ne može pohvaliti da raspolaže. Počev od pojave molekularne biologije, jedna dogma je opovrgavala ovu tezu: uticaji sredine ili ponašanja na fenotip ni u jednom slučaju ne mogu izmeniti genotip ćelija odraslog organizma. No, današnje teorije imuniteta dokazuju da ova dogma nije tačna. Celina B-limfocita sposobna je da proizvede bar milijardu različitih antitela, koja se još nazivaju imunoglobulinima. Raznolikost antitela potiče od sposobnosti B-limfocita da rekombinuju neke segmente stotina gena, da tokom rekombinacije, pri povezivanju, naprave greške i da istovremeno dođe do njihove mutacije. Udruživanje ova tri mehanizma ćeliji pruža mogućnost da ostvari bar milijardu novih kombinacija. Uo-

stalom, isti je slučaj sa T-limfocitima i konstitutivnim proteinima njihovih receptora[10].

Nedavno je dokazano da otpornost komarca (*Culex quinquefasciatus*) na organofosfatne pesticide potiče od amplifikacije, umnožavanja gena koji kodira jedan enzim detoksikacije (esterazu BI). Kod otpornih komaraca fragment genoma koji odgovara ovom genu amplifikovan je bar 250 puta, što im pruža 500 puta veću otpornost od one kojom raspolažu komarci iz kontrolne grupe. Ova amplifikacija se, s druge strane, prenosi sa generacije na generaciju, što nije slučaj sa rekombinacijama koje su udružene sa imunološkim procesom. Ovde se ne može govoriti o adaptaciji stečenoj tokom evolucije, jer organofosfatni pesticidi postoje u prirodi tek od kada ih proizvodi čovek. Ovaj mehanizam odbrane mogao bi postojati i kod drugih insekata[11]. Sigurno je da ovo ne predstavlja apsolutni dokaz nasleđivanja stečenih karaktera, ali ukazuje na to da je takvo prenošenje bez sumnje moguće i da ga ne treba *a priori* isključivati.

Ako se preuređenje genetičke informacije B i T-limfocita, u principu nepovratno, pod uticajem jednog novog antigena može odigrati brzo, i ako je jedna nova funkcijska promena genoma pod uticajem insekticida nasledno prenosiva, izgleda opravdano predlaganje hipoteze o delovanju ponašanja, usmerenog uvek u istom pravcu tokom miliona i miliona godina, koje postupno može izmeniti genom gameta i stečene modifikacije učiniti naslednim. Jedna takva hipoteza zaista bi objasnila migraciju i transformaciju, veoma spore i stupnjevite, nekih lobanjskih i vilič-

[10] Tonegawa, 1985.
[11] Mouches i sarad., 1986.

nih kostiju gmizavaca, koje su uspele da dovedu do nastanka srednjeg uha i vilice sisara[12].

Čak i ako nasleđivanje stečenih karaktera još nije dokazano, nasledno neprenošenje ne bi trebalo utemeljiti u nedodirljivu dogmu.

ŠIRENJE I RAVNOTEŽA

Sve vrste, kada su plodne i snažne, teže da osvoje najveće moguće prostore i da se prilagode svim tipovima ekoloških niša. Naravno, ovu težnju ka širenju ograničava sposobnost adaptivne radijacije vrsta, stepen njihove prilagođenosti ovoj ili onoj sredini i konkurencija u koju stupaju.

Život je nastao u vodi, ili bar u sredini koja je udruživala suvo i vlažno, jer voda rastvara proteine. Nikada, međutim, ništa nećemo znati o toj početnoj sredini. Pri svemu tome, sigurno je da su vodu kao prvi element osvojila živa bića, jednoćelijska i višećelijska, pre 430 Mg, i kičmenjaci, ribe bez vilica, agnate, od kojih su nastale današnje miksine i paklare. Živa bića su se rasprostrla u vodi sve do znatnih dubina. Prilikom ispitivanja pećina u Japanu, na 6.000 m dubine, otkrivene su tri nove vrste mekušaca. Ove životinje, zahvaljujući bakterijama koje žive u simbiozi sa njihovim škrgama, energiju dobijaju iz gasa i mineralnih sastojaka rastvorenih u morskoj vodi[13]. Živi organizmi su se u moru takođe prilagodili na visoke tem-

---

[12] Devillers, 1981.

[13] Lallemant i sarad., 1986.

perature (preko 250°C), što potvrđuje njihove ogromne sposobnosti prilagođavanja.

Što se kopnene sredine tiče, izgleda da su je, pre 600 Mg, prvo osvojile biljke poput algi, lišajeva, mahovina i mahunarki, dok se vaskularne biljke, paprati i semenarke, pojavljuju kasnije. Ovo osvajanje kopna i vazduha pružilo im je veliku prednost, jer su onda mogle da direktno apsorbuju svetlost. Prve životinje koje su se domogle kopna bile su, pre 410 mg, zglavkari, preciznije škorpije, koje je štitio kruti oklop. Zatim su došli vodozemci, proistekli od riba dvodihalica. Guže (Goujet, 1985*b*) pretpostavlja da su oni, "sklonivši se u privremene lokve zaostale posle oseke, mogli da razviju sposobnost hodanja i da koriste disanje u vazdušnoj sredini da bi mogli ponovo dospeti u svoju omiljenu sredinu, morsku vodu [...] Koliko god to izgledalo paradoksalno, moguće je da je sposobnost preživljanja na čvrstom tlu predstavljala rezultat napora da se od njega pobegne" (str. 339–340). Na prelaz od vodozemaca ka gmizavcima trebalo je čekati dugo; to se dogodilo pre 280 Mg. Kopneni život gmizavaca je, naime, bio moguć uz ispunjenje jednog uslova: razvića amnionskog jajeta snabdevenog ljuskom koja omogućava rast embriona izvan vode. Ostatak istorije života na tlu dosta je dobro poznat. Sisaroliki gmizavci osiguravaju prelazak od gmizavaca ka sisarima, čiji su prvi predstavnici izlegali jaja. Pojavili su se pre 190 Mg i dve trećine njihove istorije odvija se u mezozoiku (–190 do –65 Mg), u vreme vladavine dinosaurusa, koji su se pojavili pre 220 Mg a nestali 155 Mg kasnije. Krupni gmizavci mezozoika, svojim napadnim prisustvom, dugo su predstavljali prepreku širenju sisara[14],

[14] Gould i sarad., 1977.

kao što su oni privremeno prisilili vodozemce na povlačenje.

Dok su, pre 350 Mg, prvi insekti nesumnjivo bili beskrilni, predstavnici ove klase bili su, međutim, prvi koji su osvojili vazduh, zahvaljujući muskulaturi krila koja je omogućila veoma brze udare, a pojavili su se pre 200 Mg. Insekti će evoluirati istovremeno kada i biljke, sa kojima je njihov život tesno povezan. Kičmenjaci su, sa svoje strane, napravili mnogobrojne pokušaje osvajanja vazduha, od kojih su se neki završili samo padobranstvom i lebdenjem u vazduhu, a drugi, najzad, dinamičnim letenjem. Postoje opisi vodozemaca i sisara koji su lebdeli u vazduhu, ali su ptice nastale od gmizavaca. Najstariji gmizavci koji su lebdeli sežu do -250 Mg, a prvi gmizavac koji leti do -200 Mg. Raspon krila pterodaktila (-140 Mg) mogao je dostići 12 m, dok je istovremeno arheopteriks nosio krila snabdevena perima. Arheopteriks se smatra pravim pretkom ptica, jer je udruživao odlike gmizavaca i, nesumnjivo, odlike ptica. Između njega i pterodaktila nema nikakve srodničke veze; on bi pre mogao poticati od jednog malog dinosaurusa mesoždera, ali se o toj filogenezi još raspravlja.

Iz ove kratke sheme treba zapamtiti da je posledica širenja života u vodi, na kopnu i u vazduhu bilo naseljavanje tri elementa najrazličitijim životinjama. One su u njima menjale mesto i najrazličitijim načinima dolazile do hrane. Kao što je pokazao Šoven (1985), sve se događalo kao da su mnogobrojni razdeli i klase pokušali da osvoje tri elementa. Naime, dok hobotnica može da se premešta po čvrstom tlu, plava lignja (*Stenoteuthis*) može se pokretati u vazduhu po principu reakcije. Insekata ima svuda, izuzev

u moru, a lete na veoma raznovrsne načine koji se razlikuju od onih kod ptica. Ribe žive u slatkoj i slanoj vodi; neke mogu da lebde, druge primenjuju propelerno kretanje koristeći grudna peraja (Gastropelecidae), najzad poznati su grgeči-penjači koji se uspinju na drveće. Što se tiče vodozemaca, koji žive samo u slatkoj vodi, oni takođe mogu da primenjuju padobranski let (*Rhacophorus*). Gmizavaca ima na kopnu, u slatkoj ili slanoj vodi, a ima i onih čiji je let lebdeći (dragon ili leteći zmaj). Dok većina sisara živi na kopnu, neki žive u moru, a drugi lete slično pticama (slepi miševi). Najzad, ptice se u vazduhu osećaju kao ribe u vodi, ali ima onih koje ne lete (noj, kazuar) i drugih koje se hrane u vodi, čije noge imaju ili nemaju plovne kožice, ima onih koje, poput kormorana, lete, ili, poput severnih njorki i pingvina, ne lete. Čovek je, zahvaljujući mozgu koji mu je omogućio najveće tehničke podvige, napokon, umeo da od sebe načini gospodara svih elemenata.

Kada su na površini zemlje sve moguće sredine bile zauzete, između vrsta, bilo da su biljne ili životinjske, uspostavila se ravnoteža, manje ili više stabilna, koju su neprestano dovodili u pitanje delovanje čoveka i spore promene naše planete. Mogu li klasične teorije evolucije objasniti tu sklonost života da osvaja sve sredine?

GAŠENJE

Opšte je prihvaćena činjenica da se sve rađa, živi i umire izuzev, u principu, fotona. Kada se središte neke zvezde približi temperaturi od pet milijardi stepeni, ona se sama raspada, rasejavajući u prostor jezgra nastala u njenom okrilju. Isto se tako ugasilo više velikih razdela kambrijuma. nestalo je bar 99,9% vrsta. Počev od kambriju-

ma, pojavilo se 30.000 vrsta brahiopoda, od kojih je ostalo samo 300, odnosno 1%[15]. Sada je živo samo 6% vrsta ptica koje su se bile pojavile u ovom ili onom trenutku. Istorija života na zemlji pokazuje nam, dakle, da gašenje (ekstinkcija) vrsta očigledno predstavlja pravilo. U tom slučaju koji su njegovi uzroci?

Najočigledniji uzroci gašenja, ali možda ne i oni odlučujući, jesu ekološki, spoljašnji, ne toliko ubijanje unutar vrste, koje je retko, niti borbe između vrsta putem kojih se najčešće ostvaruju ciklusi predator-plen, koliko promene klime — obično globalnim hlađenjem planete — što su u više navrata masovno i bez razlike pogodile većinu vrsta. Stenli (Stanley, 1984) je nabrojao osam značajnih perioda masovnih gašenja, datiranih sa manje ili više tačnosti: u prekambrijumu, pre 650 Mg, u kambrijumu, na kraju ordovicijuma (-440 Mg) i u devonu (-370 Mg), pred kraj perma, u trijasu, u juri. Kasnije, krajem krede (-65 do -70 Mg), dogodilo se spektakularno gašenje dinosaurusa. Ma koliko masovna, ova gašenja nikada nisu bila nagla. Uvek su se odvijala hiljadama i više godina. Neki misle da su ona u poslednjih 250 Mg bila ciklična – svakih 26 Mg – i da su se odigravala u skladu sa nekim kosmičkim događajima koji su se ponavljali. Ona, naravno, nikada nisu bila potpuna, i najčešće su bila praćena pojavom novih vrsta na osnovu preživelih jedinki predačke grupe, izuzev ako one nisu ponovo počele svoje širenje u manje ili više izmenjenoj formi. Uostalom, linije siromašne vrstama bolje su podnosile masovna gašenja. Ali, pored klimatskih ili kosmičkih katastrofa, isto su tako mogli i drugi faktori da

[15] Richardson, 1986.

se umešaju: epidemije, nove bolesti, promena sastava vode, snižavanje nivoa mora, pad nekog asteroida, itd.

Uprkos ovim konstatacijama, nameće se jedno pitanje. Da li su spoljašnji faktori bili jedini uzročnik gašenja vrsta? Da li se ono može pripisati samo prirodnoj selekciji? Ne izgleda tako. Takođe se mora razmotriti hipoteza unutrašnjeg gašenja, kojim bi se završio evolutivni ciklus svake vrste. To, drugim rečima, znači da jedan univerzalni biološki zakon određuje vrstama, kao i jedinkama, neminovan kraj, nezavisno od delovanja okoline i konkurencije među vrstama. Taj problem je za nas odlučujući jer je, kao što ćemo videti, povezan sa problemom budućnosti čoveka kao vrste. Da bi se o njemu raspravljalo, prvo je potrebno ne obazirati se na masovna gašenja spoljašnjeg porekla, koja za vrste predstavljaju nesrećan slučaj u istoj meri u kojoj je to za jedinke smrt u ratu.

Da bi se ovaj problem osvetlio, najbolje je prvo razmotriti starenje i smrt jedinki. Sledeći Atlana (1972), podsetiću na glavne do sada izložene teorije. Prema klasičnoj teoriji, starenje jedinke i smrt koja ga prati predstavljaju posledicu nagomilavanja sve češćih i češćih grešaka u mehanizmima sinteze makromolekula bilo koji da je ili da su nivoi na kojima se one događaju: prepisivanje DNK, prevođenje RNK u proteine, itd. Prema drugim autorima, ako se isključi smrtnost mladunaca, nivo smrtnosti sa starošću eksponencijalno raste zbog progresivnog smanjenja sposobnosti organizma da efikasno odgovori na slučajne agresije, koliko unutrašnje toliko i spoljašnje, sa kojima se stalno suočava. Jednom rečju, radi se o smanjenju "vitalnosti" živog sistema. Najzad, fenomen smrti takođe se može izraziti pojmovima gubitka informacije pod dejstvom dezorganizujućeg "šuma" ili, kao što predlaže Atlan, pojmovima is-

crpljivanja redundancije koju je živo biće posedovalo od svog rođenja. Na početku života, kada je njegova redundancija maksimalna, sistem, pod dejstvom šuma, povećava svoju složenost, dok na kraju svog života, zbog smanjenja redundancije taj isti šum proizvodi samo dezorganizaciju. U jednoj takvoj perspektivi, jedina namera živog bića bila bi, dakle, da umre. "Živi organizmi se tako pojavljuju kao sistemi dovoljno *složeni, redundantni* i *pouzdani,* da bi mogli da reaguju na slučajne agresije okoline, tako da je dostizanje stanja ravnoteže, drugim rečima smrti, moguće samo kroz stranputice onoga što se uobičajeno naziva životom"[16].

Koncepciji slučajno određene, stohastičke smrti Medvedev[17] suprotstavlja koncepciju "programiranja" starenja i smrti. Svaka jedinka i svaka vrsta bi, naime, posedovale ciklus života određen karakteristikama njihovog genoma. Dokaz za ovo je da kod životinja i biljaka najčešće postoji neki odnos između doba polne zrelosti i doba smrti. Doba smrti bilo bi predeterminisano i samo nesrećan slučaj ili slučajna uplitanja sredine mogli bi da je ubrzaju. Smrt ne bi predstavljala rezultat slučajnog gubitka ove ili one sposobnosti, nego granicu određenu životu. U prilog ovom shvatanju govore novija istraživanja biljaka. Na kraju života prestaje sinteza nekih proteina, dok derepresijom izvesnih gena — "gena smrti" — novi proteini, do tada nikada sintetisani, bivaju proizvedeni[18]. Uostalom, mutacijama izazvanim u nivou tih gena bilo je moguće pro-

[16] Atlan, 1972, str. 284.
[17] Navedeno u Atlan, 1972.
[18] Hartmann.

dužiti život, bar kod paradajza! No, ova izmena funkcija genoma, najavljivača smrti, takođe je pronađena i kod čoveka[19].

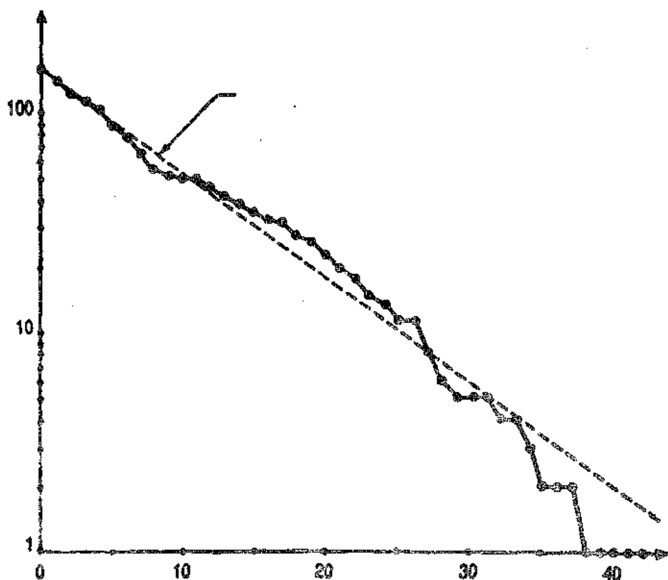
Nalazimo se, dakle, pred dvema vidljivo suprotnim teorijama; jednu bismo mogli nazvati stohastičkom, a drugu determinističkom. Smrt bi, po jednoj, predstavljala slučajan događaj, a prema drugoj, "programiran", nasledan događaj koji zavisi od osobina genoma. Ove teorije su, u stvari, pre komplementarne nego suprotne, jer ono što je u oba slučaja na kraju odlučujuće jesu unutrašnje osobenosti genoma (redundancija, pouzdanost i funkcionisanje) za koje se zna da variraju od jedne do druge jedinke i od jedne do druge vrste. Uostalom, efekat slučajnih agresija okoline i funkcionisanje genoma nisu isti tokom čitavog života, regulišu ih promene koje genom i organizam trpe u vremenu.

U okviru jedne vrste, jedinke raspolažu nekim trajanjem života, fiziološkim karakteristikama, otpornošću na agresije, biološkim konstantama, čije vrednosti su raspoređene oko prosečne vrednosti koja je karakteristična za vrstu. Na višem taksonomskom nivou, na nivou klase, takođe postoje zajedničke prosečne vrednosti za sve redove. Kod sisara, na primer, sa izuzetkom čoveka, dužina života jedinke, izražena astronomskim vremenom, tim je veća što je životinja krupnija. Ali, ako se dužina života izrazi "biološkim vremenom" (broj udisaja i srčanih kontrakcija tokom života), konstatuje se da, u stvari, svi sisari imaju istu dužinu života, odnosno oko 200 miliona udisaja i 800 miliona srčanih kontrakcija[20]. Samo je srčani i respiratorni

[19] Hayflick, navedeno u Hartmann.

[20] Günther i Guerra, navedeno u Gould, 1980.

ritam sitnih sisara veći od onog kod krupnih. Ovaj podatak potkrepljuje pojam smrti predeterminisane fiziološkim osobinama vrste. Čovek izmiče pravilu zato što živi tri puta duže od sisara svoje veličine i, kao što ću kasnije preciznije objasniti, zbog izuzetnog usporavanja svog razvića (neotenije).



Sl. 12. — Kriva preživljavanja 158 linija simulirano na računaru. Isprekidana linija ima nagib koji odgovara srednjoj vrednosti verovatnoće gašenja: 0,104 po jedinici vremena računara. Na ordinati (logaritamskoj) broj linija koje preživljavaju u svakom trenutku vremena. Na apscisi: vreme u jedinicama vremena računara (prema Raupu i sarad., 1973).

Pa ipak, da li se ono što je tačno za jedinke može primeniti i na vrste? Znamo, međutim, da su se, bez bilo kakve kataklizme, vrste gasile i da su neke u ovom trenutku na putu nestajanja, ne samo zbog delovanja čoveka. Pošto su uspostavili krivu preživljavanja 158 linija simuliranih na računaru, Raup i saradnici (1973) su konstruisali 141 liniju ugašenih fosila gmizavaca. Tada su konstatovali da dve krive imaju isti oblik. Kriva preživljavanja gmizavaca (u stratigrafskim jedinicama vremena) omogućila im je da izračunaju poluživot ove klase, drugim rečima vreme za koje nestaje polovina preživelih linija, i verovatnoću gašenja linija u jedinici vremena. Našli su da je poluživot jednak 3,5 jedinica vremena, a da je verovatnoća gašenja jednaka 0,18; drugačije rečeno, u svakoj jedinici vremena nestajalo je 18% preživelih linija. Ove krive preživljavanja mogle bi, uostalom, poslužiti proučavanju gašenja savremenih vrsta (videti sl. 12, i 13, str. 212 i 215).

Između ostalog, znaci koji najavljuju gašenje jedne vrste jesu: snižavanje nataliteta, povezano sa učestalošću steriliteta i sa abortusima, povećanje smrtnosti mladunaca i pad vitalnosti odraslih. Neki od ovih znakova prisutni su kod većeg broja divljih vrsta, na primer, kod gorila ili šimpanza, koji imaju nizak nivo nataliteta. Nedavno proučavanje geparda[21], vrste koja se pojavila pre 5 Mg, omogućilo je da se sa velikom sigurnošću identifikuju neki procesi koji mogu da objasne gašenje ove vrste. Činjenice su sledeće. Ova vrsta, veoma specijalizovana za trčanje na kratkim rastojanjima, izgubila je svoj genetički diverzitet; no, poznato je da su specijalizacija i genetička ujednačenost unutar vrste prepreka za njeno prilagođavanje prome-

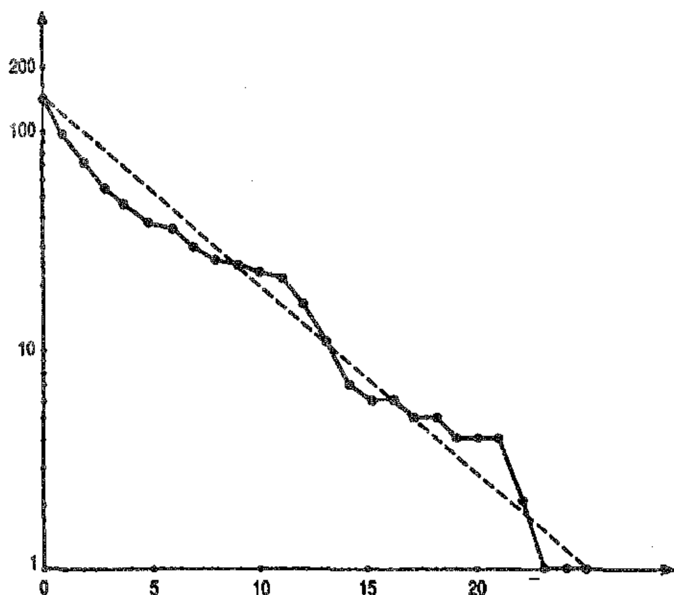
---

[21] O'Brien i sarad., 1986.

nama okoline. Ali, to nije sve. Pokušaji sparivanja često se plaćaju neuspesima, a kada se ono dogodi, retko je praćeno oplođenjem, jer količina anomalija spermatozoida dostiže 71%. Nivo smrtnosti mladunaca pre šestog meseca dostiže 30%. Što se odraslih tiče, koji veoma loše brane svoj plen od lavova, hijena i leoparda, krajnje su osetljivi na bolesti. Ovaj skup podataka potvrđuje opšti pad vitalnosti vrste, koji možda ne potiče samo od genetičke ujednačnosti. Uostalom, kako objasniti tu ujednačenost kod vrste čije jedinke iskorišćavaju samo dosta ograničenu teritoriju, no koja je rasuta širom prostranog afričkog kontinenta, čime je isključena mogućnost bliskog krvnog srodstva? Ova genetička homogenost mogla bi se objasniti činjenicom da se vrsta, pošto je trebalo da nestane pre deset ili dvadeset hiljada godina, obnovila na osnovu smanjenog broja parova. Vild (Wildt) i saradnici (1987) pokazali su, uostalom, (kod lava) da je u slučaju bliskog krvnog srodstva broj nenormalnih spermatozoida veliki, a nivo testosterona nizak, i da je broj pokretnih spermatozoida smanjen, kao i zapremina ejakulata. Otuda, što je populacija manja a stanište više ograničeno, plodnost je slabija.

Iz analogije preuzete iz teorije informacije nesumnjivo da je moguće izvući hipotezu koja se može primeniti na unutrašnje gašenje vrsta. Pretpostavimo da se neka poruka prenosi od odašiljača do primaoca. Kako komunikacija nikada nije savršena, uvek se u poruku uvuče veoma blagi šum. Primalac, sa svoje strane, predaje poruku koju je primio; tada se početnoj poruci dodaje dodatni šum, i tako redom. S vremenom, greške prilikom prenošenja, nagomilane u sve većoj meri, kvare poruku i smanjuju količinu informacije dok je ne učine nerazumljivom. Neće li proces

ovog tipa, ponavljan tokom miliona godina, dovesti do izmene genetičke poruke koja se prenosi na uzastopne generacije, sve dok se vrsta, veoma postepeno i na slučajan način, ne ugasi? Ako se fenomen zapaža tokom života jedinke, zašto ne bi bio zapažen i tokom života vrste?



Sl. 13. — Kriva preživljavanja 141 ugašene linije gmizavaca. Isprekidana prava predstavlja procenat gašenja koji iznosi 18% po stratigrafskoj jedinici vremena. Na ordinati (logaritamskoj): broj preživelih linija u svakom vremenu. Na apscisi: vreme u stratigrafskim jedinicama (prema Raupu i sarad., 1973).

Ako istinitost unutrašnjeg gašenja bude potvrđena jednog dana, ostaće da se proveri da li svi redovi, sve klase i

svi razdeli imaju isti poluživot i istu brzinu gašenja. *A priori* izgleda razumno pretpostaviti da vrste obdarene najsloženijom i najspecijalizovanijom organizacijom, dakle najosetljivijom, onom u kojoj jedinke prenose sa jedne generacije na drugu najsloženiju genetičku poruku, to jest najbrže izmenjenu, moraju imati kraći život od života vrsta obdarenih jednostavnijom organizacijom. Kod geparda, koji postoji samo pet Mg, gašenje je u toku, dok bakterije, koje nesumnjivo postoje više od tri milijarde godina, teško da daju utisak da je njihovo preživljavanje ugroženo. Tako bi na svakom taksonomskom nivou najmanje složeni predstavnici neposredno podređenog nivoa bili bi oni koji će najduže preživeti; u rodovima to bi, po svojoj organizaciji, bile najjednostavnije vrste; u familijama rodovi; u redovima familije, i tako redom.

ZAKLJUČAK

Kad je reč o cikličnoj koncepciji evolucije, treba zapamtiti da modaliteti i mehanizmi specijacije savladavanjem jedne nove evolutivne platforme ostaju među najnejasnijima. Klasična sintetička teorija, koja nije u stanju da ovo objasni, operativnija je u slučaju specijacije adaptivnom radijacijom. Međutim, jedna teškoća ostaje: nedostatak korelacije varijacija nukleotidnih sekvenci ili amino -kiselina i morfoloških promena.

Ako masovna gašenja najčešće koincidiraju sa katastrofama, izdvojena gašenja vrsta, rodova ili redova pre se mogu objasniti na formalan način nego empirijskim podacima. Najzad, formalna, teorijska istraživanja, koja uvek idu ispred empirijskih podataka, dovode do zaključka da

bi evolucija u užem smislu predstavljala posledicu samoorganizatorskih procesa inherentnih složenim sistemima, procesa čiji bi rezultati, uneti u memoriju, potom stvarali, takođe samoorganizacijom, adaptivne radijacije. Odista bi, dakle, postojala dva procesa, ne potpuno odvojena (makro- i mikroevolucija, po starim autorima) nego komplementarna, međusobno zavisna, zatvorena jedan unutar drugog. Pri svemu tome, u evoluciji u užem smislu, onoj koja označava liniju najvećeg nagiba, najznačajnije je to što se ono što je jednom stečeno, to jest strukture koje odgovaraju svakoj evolutivnoj platformi, više ne menja, da je nepovratno. Stabilnost ovih retkih i značajnih tekovina, paradoksalno, bitnija je od diverzifikujućih promena.

Najznačajniju ilustraciju ovog principa ponavljanja -očuvanja pruža nam "homeoboks", sekvenca koju su nezavisno otkrile Gehringova (Gehring) i Skotova (Scott) (1985) grupa[22]. U genomu svih segmentisanih životinja, od prstenastih crva do čoveka, preko žabe i pileta, postoji jedna ista sekvenca nukleotida koja upravlja morfogenezom organizama. Reč je o kratkom segmentu DNK, sastavljenom od 180 parova baza, koji kodira jednu sekvencu amino–kiselina što se vezuje za dvostruku zavojnicu DNK da bi regulisala delovanje izvesnih gena. U genomu voćne mušice, kod koje su bili identifikovani geni razvića (homeotički geni, geni segmentacije, geni kompartmentalizacije), nađena je na tri mesta. Gehring je, sa nekim bliskim varijacijama, otkrio da sve druge segmentisane vrste poseduju ovu homeoboks-sekvencu. Voćna mušica i žaba razlikuju se samo po jednoj amino–kiselini u sekvenci ko-

[22] Navedeno u Spierer i sarad., 1985.

ju kodira homeoboks. Kod pljosnatih crva, koji nisu segmentisani, homeoboks-sekvence nema.

Jedan drugi primer molekulske stabilnosti su doista posebni proteini, nazvani "proteinima termičkog šoka" zbog uslova u kojima su otkriveni. Sve ćelije ih stvaraju tokom agresije (toplota, anoksija, virusi, toksini, itd.). Prvo su otkriveni kod voćne mušice, a skoro istovetni nađeni su kod svih organizama, od bakterija do čoveka. Kodiraju ih geni bez introna, nerasparčani, i to je kratak segment DNK koji je odgovoran za "termo-induktivnost". U novije vreme otkriveno je da se takođe pojavljuju tokom prvih stupnjeva embrionskog života, tokom ćelijskog diferenciranja[23]. Molekulski mehanizmi razvića pokazali su se univerzalnijim nego što se pretpostavljalo, a poseduju i posebno začuđujuću stabilnost, jer se homeoboks-sekvenca nije menjala više od 700 Mg. Veliki planovi organizacije, uspostavljeni krajem prekambrijuma i u kambrijumu, ostali su nepromenjeni. Ne prikriva li promena, tako fascinantna, suviše često ponavljanje toliko nužno životu?

Potvrđujući spoljašnje i unutrašnje gašenje ogromne većine vrsta, istorija živih bića sve do sada nije otkrila nikakvo zaustavljanje evolutivnog procesa. Život se nastavljao bilo u nepromenjenim formama (panhroničke forme) bilo u novim, sve složenijim i složenijim formama. Treba, dakle, prihvatiti razlikovanje dveju vrsta gašenja: apsolutnog, kada vrste nestaju bez naslednika, relativnog, kada jedna vrsta nestaje transformacijom u jednu ili više vrsta koje su bolje prilagođene i ponekad složenije. Ali, u svakom slučaju, ne znamo šta treba pripisati spoljašnjim a šta

[23] Bensaude i Morange, 1984.

unutrašnjim faktorima, koji su u procesu gašenja uvek udruženi.

Ako se amplituda evolutivnih promena kreće smanjujući se, ako su sve vrste osuđene na gašenje, nije nerazumno pretpostaviti da će se jednog dana evolutivni potencijal iscrpsti i da će ga u neodređenoj budućnosti smeniti neevolutivni procesi. Tada će prve nestati najmlađe vrste. Beskičmenjaci će nadživeti kičmenjake, a jednoćelijski organizmi metazoe. Bile ove hipoteze odbačene ili potvrđene, nije manje tačno da je evolucija napredovala sve užim i užim tokovima, zahvaljujući malo specijalizovanim vrstama, sve malobrojnijim, koje su uspele da savladaju sve platforme koje vode od progenske ćelije do čoveka. Da li je čovek, savlađujući potpuno novu platformu refleksivnog razmišljanja i govora, poremetio budućnost evolucije, ili će zauvek ostati zarobljenik zakona evolutivne biologije?

Drugi deo

ČOVEK

1

KRATKA ISTORIJA HOMINIZACIJE

Predstavljajući plod najduže evolucije, čovek je, paradoksalno, istovremeno i najstariji i najmlađi među životinjama. Počev od velikog praska, već je virtuelno postojao kao mogućnost data materiji; ali, da bi se ta sposobnost ostvarila, bio je potreban nezamisliv sled slučajnih događaja. Nije nastao za jedan dan. Atomi koji ga čine stariji su od Zemlje, a njegov genetički kôd star je oko četiri milijarde godina. U trenutku kada majčinska jajna ćelija biva oplođena, on je takoreći jednoćelijski eukariot star milijardu i po godina. Poreklo njegovih pršljenova seže do 430 Mg. Histološka struktura njegovih zuba i donje vilice ima 400 Mg, a njegovi ne mnogo usavršeni petoprsti udovi 350 Mg. Diferenciranje zuba u sekutiće, očnjake i kutnjake njegova je odlika stara 200 Mg, a četvorokvržni oblik njegovih kutnjaka ima 160 Mg. Ali, njegovo uspravljeno držanje staro je tek 4 do 5 Mg.

Da bi se stekao pojam o čovekovom mestu u vremenu evolucije živih bića, klasično je već da se pribegava alego-

riji u kojoj se starost naše planete svodi na godinu dana. Ako je, dakle, Zemljina kugla rođena 1. januara u 0 časova, prvi oblici života pojavili su se oko 15. marta, dok su se višećelična bića pojavila tek početkom novembra. Dvadesetog dana tog meseca plivaju ribe, a deset dana kasnije neke odlučuju da se upuste u avanturu izlaska na kopno. Nedelju dana posle toga pojavljuju se gmizavci, a sredinom decembra prvi sisari. Trideset prvog decembra, oko 17 časova, dva hominida[1] ostavljaju trag svojih koraka u pepelu koji prekriva ravnicu Letolije u istočnoj Africi, u Tanzaniji.

Isti tip grube alegorije na istovetno frapantan način ilustruje ubrzanu evoluciju hominida. Hodajući na dve noge, oni se, dakle, pojavljuju 1. januara u 0 časova. Dve jedinke, o kojima smo upravo govorili, šetale su se ravnicom Letolije poslednjih sati 30. aprila. Početkom jula stvarali su prve alatke od kamena, krajem avgusta *Homo habilis* se individualizovao, a oko 30. septembra možda je stekao veštinu vladanja vatrom, postavši tada *Homo erectus*. Negde pred Božić, *Homo sapiens neandertalensis* pristupa prvom sahranjivanju jednog od svojih saplemenika. Oko 28. decembra *Homo sapiens* postaje *sapiens sapiens*. Koristi veoma diferenciran artikulisan govor. Malo kasnije proizvodi svoja prva umetnička dela. Pismo izmišlja 31. decembra, nešto posle 15 časova. Isus Hristos se rađa posle 20 časova. A ponoć, to je već danas.

Naravno, hronologija ove dve alegorije samo je aproksimativna. Nju će, bez sumnje, dovesti u pitanje druga ot-

---

[1] Porodica primata u okviru koje su se diferencirali posebno *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens neandertalensis* i *Homo sapiens sapiens*, podvrsta čiji smo deo.

krića, jer se datum pojave hominida sve više pomera unatrag što paleoantropologija više napreduje. Isti tip alegorije kad je reč o lestvici istorijskih vremena, otkrio bi isti zakon ubrzanog rasta — sa istim porastom ubrzanja — kod većine tehnoloških i društvenih procesa: demografsku ekspanziju, moć sredstava za proizvođenje energije, brzinu kretanja na kopnu i u vazduhu, itd.[2] Otkrio bi i jednu novu činjenicu u istoriji hominida: zaustavljanje bilo kakve značajnije morfološke evolucije, od pre 50.000 do 100.000 godina, čime se potvrđuje ideja da većina procesa rasta i ekspanzije pre ili kasnije biva usporena, zaustavljena, štaviše negativnim retroakcijama preokrenuta, inače bi se završili "eksplozijom", katastrofom. U svojoj knjizi *Ko će preživeti?* Salk (1973) zato procenjuje da će čovečanstvo, pošto je steklo jasnu svest o opasnostima koje mu prete, ući u novu eru svoje istorije. Inače...

Zadržaću se za trenutak na veoma dalekoj prošlosti čoveka, pre svega posvećujući pažnju proučavanju promena koje su označile hominizaciju, fizioloških promena i promena ponašanja, posebno onih koje još predstavljaju predmet kontroverzi, a zarad objašnjenja onih promena na osnovu kojih ću izneti nekoliko hipoteza od kojih su neke lične i ponuđene raspravi.

ČOVEK U SVOJOJ ISTORIJI

Zaista je reč o istoriji, ne u običnom smislu istorijske nauke, nego u smislu sukcesije događaja razmatranih u nepovratnosti vremena. Neumorna aktivnost istraživača nam od pre pola veka, ubrzanim ritmom, pruža podatke,

---

[2] Meyer, 1985.

neprestano obnavljane i uvek sve mnogobrojnije, omogućavajući da se, godinu za godinom, bolje zaokruži realnost naše prošlosti. Iskopavanja su sve metodičnija i minucioznija; ona pribegavaju sve raznolikijim tehnikama, među kojima najznačajnije imaju za cilj datiranje fosila i predmeta koje su ostavili naši preci.

Podaci potiču iz mnogobrojnih izvora. Na prvom mestu to su fosili životinja i ljudi, pre svega lobanje, fragmenti lobanje i, posebno, donje vilice i zubi, koji, zahvaljujući lobanjskoj i facijalnoj morfologiji, predstavljaju značajan kriterijum klasifikovanja. Donji udovi i karlica omogućavaju da se potvrdi ili pobije bipedija, gornji udovi govore o postojanosti ili nepostojanosti, čak uzgrednosti, života na drvetu. Ako se izuzme onaj čuveni Lusin (Lucy) skelet, veoma su retki skoro celoviti skeleti. Otisci koje je na unutrašnjoj površini lobanje ostavio mozak i, naročito, krvni sudovi, predstavljaju indirektan kriterijum psihičke aktivnosti. Čak je moguće primenjivati radioimunološku kvantitativnu analizu jednog proteina (kolagena) na ljudskim fosilima starim 2 Mg i dobijene vrednosti porediti sa vrednostima izmerenim kod savremenih vrsta[3] ili pak proučavati ABO krvne grupe na ljudskim fosilima različite starosti, porediti ih kod *Homo erectus*-a[4], ili, pak, proučavanjem kolagena kostiju, saznati da li je ishrana pre bila zasnovana na mesu ili na biljkama.

Potom dolaze ostaci biljaka, posebno polen i semenje, koji omogućavaju da se upotpune geološki podaci i da se rekonstruišu klima i okolina u kojima su živeli naši preci. Najzad, čovekovi proizvodi, oruđa, oružja, proizvodi ume-

[3] Lowenstein, 1983.
[4] Lengyel, 1981.

tničkog stvaranja — tako blizu nas — ostaci naseobina u kojima se nalaze otpaci hrane i tragovi ognjišta, grobnice, dozvoljavaju bar delimičnu rekonstituciju načina života prvih ljudi koji su, pošto su se posvetili osiguranju svog opstanka i bezbednosti, počeli da postavljaju pitanja o životu i smrti, da se nadnose nad misterije prirode. Ali, oni nam nisu ostavili nijedan direktan trag svoje društvene organizacije, svog porodičnog i seksualnog života. Nikada nećemo znati šta su mislili, šta su osećali pred uznemirujućom prirodom, kako su odgajali svoju decu. Međutim, neke naznake, izvesne provere i, naročito, proučavanje savremenih populacija lovaca-sakupljača dozvoljavaju izvesne hipoteze.

Pre pojave *Homo*

Kako se to dobro izrazio Leroa-Guran (Leroi-Gourhan, 1964), čovek se mogao pojaviti tek posle većeg broja "oslobađanja": oslobađanja u odnosu na vodenu sredinu, kao i u odnosu na temperaturne prinude sredine, a ja bih dodao i oslobađanja glave u odnosu na tlo, ruke u odnosu na kretanje, mozga u odnosu na facijalni deo glave.

Čovek pripada redu primata koji su se mogli pojaviti pre 65 Mg, i to višim primatima koji su došli 30 Mg kasnije. Ali, negde između -30 i -6 Mg viši primati su malo evoluirali, što bi predstavljalo argument u prilog teoriji tačkastih ravnoteža[5]. U stvari, između -7 i -4,5 Mg počinje ubrzana istorija hominizacije. Mnogo pre pojave prvih predstavnika roda *Homo*, u istočnoj i južnoj Africi živeo je jedan hominid koga je Dart (1925) nazvao *Australopi-*

[5] Bonis, 1983.

thecus, čija se evolucija može pratiti tokom miliona godina. Najstariji danas poznati fosil star je više od 4 Mg, ali postoje velike šanse da ovaj datum bude pomeren još unatrag. Ovaj prvi *Australopithecus* nazvan je *afarensis*, od njega će, bar prema nekim autorima, nastati ljudska grana u pravom smislu. U svakom slučaju, on će dugo slediti svoju sopstvenu evoluciju naporedo sa čovekom, postajući postepeno *A. africanus*, *A. robustus*, *A. boisei*, ali, ovo poreklo je sporno. Prema Kopensu (Coppens, 1983), *A. afarensis* bi predstavljao jednog preaustralopiteka. *Australopithecus* se ugasio pre oko 500.000 do 1.000.000 godina. Vreme njegove pojave je bilo obeleženo promenom klime koja je bila povezana sa jednom fazom glacijacije. U istočnoj Africi vreme je postalo suvlje, šuma se povukla ostavljajući prostor za šumovitu savanu, dok se na zapadu održala vlažna šuma koja nije suviše povoljna za očuvanje fosila. Ova klimatska promena pratila je ne samo pojavu *Australopithecus*-a, već i pojavu novih vrsta antilopa i pavijana.

Neosporno da je *A. afarensis* prvi poznati hominid. Poput svih australopiteka živeo je isključivo u Africi. Razlikuje se od majmuna jer više nema očnjake gorile i šimpanza, ali je i dalje sačuvao mozak mali poput njihovog (prosečno 500 cm^3) i neke odlike ruku. Uopšte nije isključeno da je još uvek imao sposobnost veranja po drveću i da se tako, sa manje ili više lakoće, kretao (brahijacija)[6]. Uostalom, njegova visina bila je veoma svedena, procenjuje se na 1 do 1,10 m; ali je imao uspravan položaj oslanjajući se na dve noge (bipedija). Njegovi tragovi, slučajno otkriveni u Letoliji, predstavljaju jedan od najuzbu-

[6] Senut, 1981.

dljivijih dokumenata istorije čovečanstva. Na jednom od ispitivanih nivoa nađeno ih je dvoje, nejednake veličine; manji, koji je nosio teret — majka sa svojim detetom? — za trenutak se zaustavio da bi pogledao unazad. Teren, pokriven pepelom koji je izbacio vulkan (Sadiman) udaljen dvadesetak kilometara, pored njihovih tragova sačuvao je i tragove mnogih životinja koje su krstarile ravnicom u isto vreme kada i oni, i čak tragove kišnih kapi. To je bilo pre 3,7 Mg[7]. Milion godina kasnije, možda i manje, *Australopithecus* je počeo da pravi oruđa, grubo obrađene oblutke i komadiće kvarca, koji su morali služiti višestrukim namenama. Bez sumnje, najznačajniju činjenicu koju treba pamtiti predstavlja to što bipedija i pravljenje oruđa, čak i najgrubljeg, nisu savremenici. Bilo je potrebno mnogo vremena da bi se od jednog došlo do drugog.

Australopithecus africanus, krupniji od vrste *A. afarensis* (bez sumnje, 1 do 1,2 m visine na 20 do 30 kg težine) imao je, međutim, manju lobanju (prosečno 440 cm^3). *Australopithecus boisei* i *A. robustus*, koji su se pojavili između -2,5 i 2 Mg, bili su još krupniji: 1,50 m, 40 do 60 kg, sa prosečnim kapacitetom lobanje od 500 do 550 cm^3. Njihova pojava podudarala se sa dosta naglim povećanjem suše.

Pre pojave *Homo sapiens*-a

Linija *Australopithecus*-a još nije bila ugašena kada se, pre oko 2,5 Mg, od nje odvaja grana koja najavljuje rod *Homo* čiji je prvi predstavnik *Homo habilis*. Kopens i Sinatova (Senut, 1985) čak smatraju da bi njegovo poreklo

[7] Leakey, 1981; Hay i Leakey, 1982.

moglo biti starije (-4 Mg). On, u svakom slučaju, ne nasleđuje *A. boisei*-a ili *A. robustus*-a, koji predstavljaju evolutivni ćorsokak, nego *A. afarensis*-a ili *A. africanus*-a; pitanje ostaje otvoreno. Zaista, izgleda da je Afrika kolevka roda *Homo*, čak i ukoliko su fosili pronađeni u Kini stari -2 Mg. Njegovo rođenje podudara se sa povećanjem suše i diverzifikacijom brojnih sisara u nove vrste.

Unutarlobanjska zapremina *A. afarensis*-a i *A. africanus*-a iznosila je samo 400 do 500 cm^3, dok kod *H. habilis*-a dostiže prosečno 650 cm^3 (od 500 do 750 cm^3). Sve dimenzije facijalnog dela njegove glave su se smanjile. Lobanja mu se zaokruglila, čelo se ispravilo a lobanjsko zaobljenje se bočno ispupčilo, dok su se frontalne i parijetalne zone mozga razvile. Imao je nešto veću visinu (1,40 m), malo kraće gornje udove i više nije, dakle, primenjivao brahijaciju. Promenio mu se i način ishrane; postao je svaštojed. Budući da još nije bio lovac nego samo strvinar, komadao je i sekao lešine životinja krupnih poput nilskih konja. Zbog neplodnosti okoline živeo je u malim grupama pored reka i jezera, praveći, da bi se zaštitio od vetra, veoma rudimentarne zaklone. Njegova veština obrade kamena malo je napredovala u odnosu na veštinu *Australopithecus*-a.

Ime *Homo erectus* dato je celini vrlo heterogenih fosila nađenih prvo na Javi (*Pithecanthropus erectus*), potom u Kini (*Sinanthropus pekinensis*), u Africi i Evropi. Ali, ponekad je teško pred ostacima kostiju reći da li je reč o jednom evoluiralom *H. habilis*-u ili o arhaičnom *H. erectus*-u jer, budući da se evolucija čoveka odvijala mozaično, anatomske modifikacije, razvoj mozga i tehnički napreci -nikada nisu istovremeni. Međutim, dve činjenice odlikuju stupanj *H. erectus*-a: postojanje nalazišta izvan

Afrike, u Evroaziji, i možda veština vladanja vatrom. U Africi nema nikakvog diskontinuiteta između *Australopithecus*-a, *H. habilis*-a i *H. erectus*-a, čije je prisustvo potvrđeno sve do -120.000 godina. Uostalom, najstariji dobro datiran *H. erectus* je afrički (-1,82 Mg), dok brojni fosili sa Jave još uvek nisu precizno datirani. Njegovo prisustvo u Kini seže na oko 1,7 Mg, a u Evropi 1,5 Mg, potvrđeno samo posredstvom veštine obrade kamena. Najstarija lobanja evropskog *H. erectus*-a (Tautafel) stara je samo 450.000 godina. Sve modifikacije lobanje primećene kod *H. habilis*-a postale su naglašene, a kapacitet lobanje veoma varira, čak i u okviru iste geografske oblasti. Globalno, ovaj kapacitet se kreće od 800 do 1.400 cm^3. Posle veštine vladanja vatrom, pre 1,4 Mg, najočigledniji tehnički napredak predstavlja pravljenje dvoseklog oruđa. Iz dva posebno dobro proučena nalazišta (u Kini i u Francuskoj) mnogo smo saznali o morfološkoj i kulturnoj evoluciji *H. erectus*-a.

Jedan od najpoznatijih fosila nesumnjivo je pekinški čovek. Otkriven je pre Drugog svetskog rata, u jednoj pećini blizu Coukoutiena, na 50 km od Pekinga, u pećini koja je, počev od -460.000 godina, tokom 230.000 godina neprestano bila nastanjena.

Fosili i alatke nađeni su razbacani u naslazi debljine 40 m, u kojoj je sloj pepela bio debeo 6 m. Oni svedoče o dvostrukoj evoluciji mozga i kulture, posebno oruđa i tehnika klesanja, evoluciji u početku sporoj, zatim sve bržoj i bržoj. Ostaci četrdesetak različitih jedinki, oba pola i svih uzrasta, svedoče o progresivnom povećanju unutarlobanjske zapremine. Skelet je apsolutno savremen, ako se izuzme veća debljina koštanih omotača, zaravnjenija lobanja, istaknutiji obrvni luci i okcipitalno ispupčenje, veći zubi.

Homo erectus pekinensis lovio je sitnu i krupnu divljač (bilo je pronađeno 96 vrsta sisara), a po povratku sa svojih pohoda delio je plen, dok su žene sakupljale semenje i plodove. Vatru je koristio za pripremu hrane i za grejanje. Napredak njegovog kamenog oruđa daje povoda da se misli da je bio u stanju da svoja umeća prenese sa generacije na generaciju i da ih poboljša[8].

Tokom 1965. i 1966. godine, u Nici, na padini Mont Boron, Lamli (Lumley) i njegova ekipa otkrili su na više nivoa tragove naselja (najstarije je imalo 500.000 godina), koji omogućavaju da se stekne predstava o vrsti *H. erectus*, lovcu-sakupljaču - nomadu. Živeo je u prostranim kolibama od granja koje su pridržavali podupirači, kolibama koje su mogle pružiti zaklon dvadesetini osoba. Pod je bio prekriven kožama; ognjišta su kamenim blokom bila zaštićena od vetra, a mesta određena za spavanje razlikovala su se od drugih mesta, onih na kojima je meso bilo sečeno, gde je hrana bila gotovljena. Ali na tom mestu, nazvanom *Terra amata*, nije nađen nijedan ljudski ostatak, ukoliko to nije jedan otisak desnog stopala. Jedino su životinjske kosti bile razasute po podu. Jedan fragment drvene zdele u kojoj se nalazila okra postavlja pitanje eventualne slikovne primene.

Činjenica da se *H. erectus* svuda graničio sa *H. sapiens*-om, čak i kada to nije bilo istovremeno, navela je Kopensa i Pejra (Peyre, 1985) da ih smatraju jednom istom vrstom, u okviru koje su genetičke i kulturne promene bile mnogobrojne i stalne, ne sprečavajući pri tom postojanost nekih regionalnih karakteristika, kakve su na primer "lopatičasti zubi" i zaravnjenje lica kod kineskih populaci-

[8] Rukang i Sheng-Long, 1983.

ja, postojanost koja objašnjava sadašnju heterogenost ljudskih populacija[9]. Rođen u Africi pre 1,8 Mg, *H. erectus* se bio raširio po Evroaziji između -1,7 i -0,9 Mg, diverzifikujući se u skladu sa oblastima koje je nastanjivao.

Homo sapiens

Prelazak od *H. erectus*-a na *H. sapiens*-a bio je praćen mutacijama, budući da je jedna od njih bila otkrivena elektroforezom kolagena iz kostiju[10]. *Homo sapiens* predstavljen je sa dve podvrste: *Homo sapiens neandertalensis* i *Homo sapiens sapiens*, kojoj mi pripadamo. Prvoj je prethodila duga preneandertalska linija koja se protezala na više od 500.000 godina, a ponekad je srodnički povezana sa linijom *H. erectus*-a. Ali, čovek iz Neandertala, u svom tipičnom obliku, susreće se tek između -80.000 i -35.000 godina. U svakom slučaju, neandertalska linija je prvenstveno evropska, ali ona takođe postoji i u Aziji. Dobila je ime po jednoj dolini u Nemačkoj, blizu Diseldorfa, u kojoj je 1856. godine pronađen prvi primerak.

Taj čovek je osrednje visine (manje od 1,60 m) i moćne muskulature. Glava mu je masivna; lobanja, naročito razvijena u potiljačnom delu, ima zapreminu malo veću od naše (1.625 cm^3 kod čoveka iz Kapele svih svetih). Nema jagodica, a brada je uvučena. Širok podorbitalni rub, kao kod *H. erectus*-a, zatvara lice. Polni dimorfizam, koji ne prestaje da se, počev od *Australopithecus*-a, uvećava, mali je, što je svojstveno monogamim sisarima. U toj Evropi u kojoj su se smenjivala ledena doba čovek iz Neandertala

[9] Hublin, 1987.

[10] Lengyel,1969, navedeno u Coon, 1978.

je čovek hladnoće. Poput Laponaca i Eskima našeg doba, ima relativno kratka doručja i noge, čime je smanjeno gubljenje toplote, dok se kod ljudi toplih predela, kao što je pokazao Trinkaus (1980), ruke i noge izdužuju i, budući da donji udovi sadrže veću količinu krvi, toplotni gubici su povećani. Kako je ova adaptacija na klimu velikim delom genetički kontrolisana, postojana je kod jedinki koje tokom migracije menjaju klimu. Da bi se zaštitio od hladnoće, *H. neandertalensis* se smešta u pećine okrenute ka jugu, u kojima podiže šator od kože. U ravnicama centralne Evrope šatori su bili pravljeni od kostiju mamuta i od koža. Lovi krupnu i sitnu divljač, skuplja i jede školjke; hranu kuva i pravi kamene alatke musterijenskog tipa. Svoje mrtve sahranjuje, nogu savijenih i/ili postavljenih na stranu, i okružava ih ponudama. Najzad, bojene materije koristi u različite svrhe.

Njegov brutalni nestanak još nije objašnjen. Može se pretpostaviti kako se savremeni čovek, već prisutan na Bliskom istoku pre oko 100.000 godina[11], tokom svog kretanja na sever, ka Evropi, takmičio sa njim u iskorišćavanju biotopa. Ili se možda sasvim jednostavno ugasio na kraju svoje filetičke evolucije, poput gorila koji su na putu da iščeznu. Osim ako se nije utopio u masi prvih predstavnika *H. sapiens sapiens*-a. Neki neandertalci, migrirajući u suprotnom smeru, došli su na Bliski istok pre oko 60.000 godina[12]. Kako se između ove dve podvrste ne zapaža prelazna forma, treba pretpostaviti da među njima nije dolazilo do ukrštanja.

---

[11] Valladas i sarad., 1988.
[12] *Ibid.*

Sasvim skorašnjem *Homo s. sapiens*-u, čoveku iz Kromanjona, prethodili su protokromanjoidi. Bilo ih je u Indoneziji kao i u Magrebu pre 130.000 godina. Ipak su, naročito oko -100.000 godina, prethodnici kromanjonca prisutni na Bliskom istoku. Tada će se *Homo s. sapiens* proširiti na čitavu zemlju osvajajući, pre 20.000 do 40.000 godina, Ameriku, Novu Gvineju, Australiju i Japan. Sa njim se sve ubrzava, dok njegova morfologija, koja je i naša, izgleda da prestaje da evoluira. Za uzvrat, njegova kultura, počevši od epohe Orinjaka, evoluiraće nezavisno od klime i otkrivaće nam svoje prve sigurne umetničke predstave[13]. Što se veštine obrade kamena tiče, ona ne pokazuje nikakav diskontinuitet u odnosu na čoveka iz Neandertala.

Poput svojih prethodnika, naš direktni predak je lovac-sakupljač. Ne mogući da čuva hranu, on je brzo troši. U vreme severnog jelena živi u malim grupama, bez sumnje od 10 do 15 jedinki. Prema Leroa-Guranu (1983), da bi se ishranilo 50 ljudi, u to vreme bila je potrebna teritorija od 1.500 km^2. Njegova lovačka aktivnost udvostručava se tako što on utiče na stada, bilo selektivnim ubijanjem odraslih mužjaka bilo kontrolom kretanja. Postoji, dakle, dug pripremni period pre nego što dođe do pripitomljavanja u pravom smislu te reči. Granice između sistematične i isključive zemljoradnje takođe ne moraju biti tako precizne kako se to obično misli. Severni jelen je lovcima magdalijena, pre oko 15.000 godina, bio glavni izvor hrane, jer ga je bilo lako uhvatiti, a istovremeno je davao me-

[13] Otkriće u Peš-de-Azu (Francuska) jedne kosti ukrašene nefigurativnim urezima, stare 250.000 godina, dozvoljava da se razmišlja o tome kako se prvi grafički izrazi mogu pripisati *H. erectus*-u.

so, kožu i kosti. Svakoj porodici, koja je bila osnovna društvena jedinica, godišnje je bilo dovoljno dvadesetak životinja. Ishranu su upotpunjavale biljke, mekušci, med i ptičja jaja. Naselje je bilo podeljeno na četiri odvojena dela, za spavanje, za pripremu hrane, za tehničke aktivnosti i za otpatke. Smrtnost dece morala je biti veoma visoka, jer ima više dečjih grobnica nego grobnica odraslih.

Sve do sada nisam se doticao problema kanibalizma u preistorijskim vremenima, jer na to pitanje nije mogao biti dat nijedan siguran odgovor. Iskopavanja koja su, počev od 1971. godine, vodili Kurten (Courtin) i njegova ekipa u La Bom de Fonbregua (Var) pružila su skoro sigurne dokaze da je *Homo s. sapiens* pre 7 do 8.000 godina praktikovao kanibalizam. Iskopavanja su, naime, otkrila postojanje 13 udubljenja iskopanih u zemlji i ispunjenih kostima; tri su sadržavala samo ljudske kosti koje su pripadale šestorici ljudi, kao i nekoliko predmeta (narukvice, kamena sekira). Sa ljudskim kostima postupilo se na isti način kao i sa kostima životinja, a duge kosti su bile prelomljene da bi se iz njih uzela koštana srž. Dok kanibalizam izgleda da je izvestan, njegovo značenje ostaje nepoznato[14].

Jednog dana, pre 10.000 do 20.000 godina, *Homo s. sapiens*, nastavljajući svoju lovačku i sakupljačku aktivnost, ustaljuje se, dok se Zemlja istovremeno zagreva. Uspeo je, naime, da savlada problem čuvanja nekih izvora hrane na kraće ili duže vreme. Mora da se događaj zbio krajem gornjeg paleolita i tokom mezolita. Ovu "mezolitsku revoluciju" koju karakteriše pravljenje zaliha hrane, dokazao je A. Testar (H. Testart, 1982) u svom fundamentalnom radu o lovcima-sakupljačima. "Mezolitska revoluci-

[14] Miquel, 1986.

ja" od sada mora zauzeti mesto klasične "neolitske revolucije", o kojoj su toliko sanjali antropolozi, preistoričari, filozofi i drugi stručnjaci za nauke o čoveku. Veliki preokret, kao što ćemo videti, ne predstavljaju uvođenje zemljoradnje i uzgajanje stoke, čije prednosti nisu morale biti na početku očigledne, nego prelazak sa nomadskog na sedentarni način života.

Počev od tada, sve ili skoro sve nam je poznato. Iz zemlje niču sela, gradovi, rađaju se države; smenjuju se okrutnosti, masakri, ratovi; oko 3.300 godina pre Isusa Hrista rađa se pismo. *Homo s. sapiens* — već 40.000 godina — čuva uvek iste gene, ali njegova kultura postaje njegova priroda. Menja i nastavlja da menja svoju okolinu. Malo pomalo, prekoračuje granice mere; ne bi li ga zbog toga trebalo preimenovati i, kao što je sugerisao Moren (Morin, 1973), nazvati *Homo sapiens demens*?

PONAVLJANJE U ISTORIJI ČOVEKA

Promene koje su obeležile istoriju roda *Homo*, počev od *H. habilis*-a, u toj su meri zaslepljujuće da našem pogledu skrivaju ponavljanje. Čovek je sačuvao, drugim rečima, ponavljao sve fundamentalne tekovine evolucije, što znači da njegovi koreni uranjaju u dubinu vremena od četiri milijarde godina; može li zato, uprkos svim podvizima svoje inteligencije i imaginacije, izbeći opterećenje svog biološkog bića. Uvek se rađa iz jedne jedine ćelije omeđene membranom, čije jedro obuhvata njegovo genetičko nasleđe. On je višećelično biće, složenije od svakog drugog i obdareno nervnim sistemom nasleđenim od onog rudimentarnog sistema koji su, pre oko 600 Mg, stekli dupljari. Kičmenjak poput riba (430 Mg), za pretke ima prva

živa bića koja su, pre 350 Mg, "izabrala" da hodaju po čvrstom tlu. Od gmizavaca je sačuvao velike linije plana organizacije uspostavljenog pre 250 Mg; ali, bilo je potrebno 60 Mg da bi postao sisar, i još 125 Mg da bi se, kao mogućnost, upisao u red primata. Iz tog stabla proistekao je u svom prehominidnom vidu, posle čega su se odvojile grane koje će dovesti do orangutana, gorile i, na kraju, šimpanza.

Njegova lobanja, uprkos prividima, ponavlja izvestan broj fundamentalnih linija svojstvenih drugim sisarima toliko različitim koliko su to pongide ili panter. Reč je o lučnim strukturama koje je pokazao Krukof (Krukoff, 1978). Kod savremenog ili fosilnog čoveka, isto tako kao i kod šimpanza, neki lobanjski luci su, da tako kažemo, "blokirani", nepromenjeni tokom evolucije. Kao da su bile uspostavljene početne forme čije promene su se kasnije sastojale u jednostavnom pravolinijskom izduživanju svakog segmenta vrpce, kao da je, na primer, višelučna lobanjska forma šimpanza bila prethodno upisana u tako arhaičnu formu kakva je forma lobanje pantera. Krukof veruje da ima prava da tvrdi kako su ti konstantni luci već bili prisutni u nivou zajedničkog porekla čoveka i šimpanza. Poznato je, uostalom, da je lobanja odraslog čoveka bliža lobanji mladunca šimpanza nego lobanji odrasle životinje, jer im je zajedničko 40 lobanjskih lukova. *Australopithecus* je veoma blizak šimpanzu, iako se od njega razlikuje razvojem prefrontalne zone koja već najavljuje rod *Homo.* Može se smatrati mešavinom čoveka i šimpanza. Iz svog rada Krukof izvlači zaključak da u kranologiji, fundamentalnoj oblasti za izučavanje hominizacije, čim dođe do promene jednog vektora, sve ostalo u vezi sa lobanjom obavezno se menja, uz očuvanje izvesnih konstantnih lu-

kova. Kada je reč o evoluciji, zbog međusobne zavisnosti celine i delova nema izdvojenih promena. Zato mala strukturno-funkcijska izmena, diskretno račvanje, može za sobom povući poremećaj u čitavom organizmu.

Čak i u nivou CNS, na koji je tako ponosan, čovek je sačuvao nešto od elementarne nervne sheme koja nije podrazumevala nikakav intermedijarni sistem, nego samo jedan čulni neuron za primanje signala iz okoline i jedan motorni neuron koji bi na taj signal odgovorio. To je elementarni refleksni luk koji između dva neurona obuhvata samo jednu sinapsu. Jedan takav sistem, prisutan u kičmenoj moždini, omogućava trenutni odgovor, bez ikakvog zaobilaznog puta preko intermedijarnog sistema. Odgovori, nazvani monosinaptičkim refleksima, pružaju organizmu mogućnost da u minimalnom roku izbegne svaku opasnu situaciju, opekotinu, pad, itd.

Ako se okrenemo finijim strukturama, kakvi su jedarni hromozomi, konstatujemo da čovek i šimpanza imaju isti hromozomski materijal, ali različito uređen. Zbog fuzije dva hromozoma, 48 hromozoma kod pongida svedeno je na 46 hromozoma kod čoveka. Jedni od drugih se u celini razlikuju po devet preuređenja, što nije mnogo za organizme koji su na prvi pogled različiti. Uostalom, poznati geni raspoređeni su na hromozomima viših majmuna i čoveka na isti način[15]. Veliko iznenađenje izazvalo je Kingovo i Vilsonovo (Wilson) otkriće iz 1975. godine da je 99% sekvenci amino-kiselina isto kod šimpanza i čoveka, dok je "genetička udaljenost" između proteina koje kodiraju 44 različita lokusa bila veoma mala; ovo je išlo u prilog tvrdnji da makromolekuli ne evoluiraju istom brzinom kao

[15] Grouchy, 1981.

morfologija i ponašanje, i da su minorne razlike u nivou hemijske konstitucije bile izjednačene sa ogromnim, posebno psihičkim, razlikama. Ove rezultate su potvrdili, između ostalog, i Lovenštajnovi radovi (1983), zahvaljujući tehnici radioimunološke kvantitativne analize jednog proteina kostiju, kolagena, koji je prisutan još u fosilnim kostima starim 2 Mg. Tako je moguće meriti rastojanje između jednog živog organizma i fosilnog organizma. Što je ljudska fosilna kost bliža današnjem vremenu, ona više reaguje sa antitelima čoveka, što je starija, više reaguje sa antitelima šimpanza. Imunološke reakcije su čak mogle da se dobiju sa kolagenom iz zuba nosoroga (-12 Mg) i iz ljuštura glavonožaca (-80 Mg). Zaključak koji proističe iz svih ovih podataka je da evolucija ponavlja žive strukture bar u istoj meri u kojoj ih menja.

Za biologiju i za... čoveka bilo bi, međutim, veoma ponižavajuće kada ga ne bi odlikovala nikakva biohemijska posebnost. Jedna takva posebnost, kao što se moglo pretpostaviti, bila je dokazana na molekulskom nivou. Likot (1983) je, ne razmatrajući sekvence amino-kiselina već enzimske sisteme, konstatovao značajne razlike između čoveka i šimpanza u dvadeset jednom takvom sistemu. Ove vrste su se čak pokazale različitim sa gledišta genetičkog polimorfizma. Čovek je genetički različitiji, polimorfniji od šimpanza. Polimorfan je za 28% svojih proteina a heterozigotan za 6% gena, dok je šimpanza polimorfan za samo 18% proteina a heterozigotan za 2% gena. Kao što sam prethodno podvukao, tehnike elektroforeze proteina procenjuju stepen heterozigotnosti, u stvari, prenisko. Sledstveno tome, ne samo što se čovek razlikuje od šimpanza, već se, osim toga, ljudi međusobno razlikuju više nego što se međusobno razlikuju šimpanze.

Najzad, jedva da je nužno podsetiti da se najveće specifičnosti ljudske vrste pojavljuju u nivou CNS, ne toliko sa gledišta hemijskih konstituenata koliko sa gledišta organizacije. Čovekov centralni nervni sistem odlikuje se pre svega ogromnom nesrazmerom između puteva namenjenih ulazima i izlazima sistema, koji upravljaju odnosom sa spoljašnjim svetom, i onih puteva koji pripadaju obradi i čuvanju informacije. Nesumnjivo da je sa svojih 10 do 100 milijardi neurona i svojih milion milijardi sinaptičkih spojeva dostigao najveći stepen složenosti koji je evolucija mogla da prouzrokuje. Zahvaljujući značaju koji taj intermedijarni sistem obrade informacije ima, CNS je omogućio čoveku jedan novi način uspostavljanja odnosa prema svetu, stvarno, premda delimično, gospodarenje tim svetom. Zahvaljujući CNS, čovek je postao pokretač svoje sopstvene evolucije, dok životinja nastavlja da zavisi od okoline, da trpi njen uticaj i neizbežnosti koje upravljaju njenim preživljavanjem.

Bilo da je reč o njegovoj genetičkoj raznolikosti ili o organizaciji njegovog CNS, čovek je stekao načine da se prilagodi svim sredinama, svim okolnostima, ali je, istovremeno, možda izgubio sposobnosti da evoluira drukčije do na nivou kulture.

OTVARANJE I ZATVARANJE ČOVEKOVOG CENTRALNOG NERVNOG SISTEMA

Već smo videli da evolucija života pre svega predstavlja evoluciju načina na koji živo biće uspostavlja odnos sa svojom okolinom, načina koji se uvek obavlja od otvaranja ka zatvaranju živih sistema, od njihove zavisnosti ka autonomiji — relativnoj — u odnosu na sredinu, a da je

poslednju etapu tog zatvaranja živih bića nad samima sobom predstavljalo konstituisanje nervnog sistema, prvo jednostavnog refleksnog sistema, potom sistema percepcije–svesti i, na kraju, organa mišljenja, odluke i voljne akcije. Sledeći Mejra, Monoa i Pijažea, insistirao sam na pokretačkoj ulozi koju je, u tom hodu ka emancipaciji koji predstavlja evolucija, imalo ponašanje.

Organizacija čovekovog CNS pokazuje relativno najveće zatvaranje. Putevi ulaza i izlaza sistema, koji povezuju organizam i spoljašnji svet, predstavljaju, naime, samo 0,02% celine, dok je preostalih 99,98% namenjeno "ponašanjima koja su svojstvena" sistemima, drugim rečima obradi informacije, razradi potreba, želja, namera i izbora, od kojih zavise ponašanja. Čulni receptori, koji filtriraju, analiziraju i "sabijaju" signale spoljašnjeg porekla, odvajaju ulazne neurone od spoljašnjeg sveta. Intermedijarni sistem, umetnut između ulaza i izlaza, sam sebe reguliše i menja svoj način uspostavljanja odnosa sa sopstvenim i spoljašnjim svetom. Ovakvim funkcionisanjem u skoro zatvorenom krugu, čovekov CNS je stvorio jedan relativno nezavisan psihički svet koji kontroliše poslednjim stupnjem zatvaranja sistema, svešću o sebi. U tome počiva suština procesa hominizacije. Od *Australopithecus*-a do *Homo s. sapiens*-a, čovek je utrostručio unutarlobanjsku zapreminu, vrlo verovatno ne povećavajući broj čulnih receptora niti broj motornih puteva, već samo učvršćujući svoje zatvaranje, na bolji način osiguravajući relativnu samostalnost i povećavajući potrebu koju ima za potvrdom svog individualiteta.

Jedan otvoren nervni sistem poput onog kod dupljara funkcioniše na refleksan način. Na spoljašnji signal on odgovara bez kašnjenja. Budući da nije predmet nikakve

predstave (percepcije), taj signal ne ostavlja nijedan trag značenja koji bi, jedini, dozvoljavao da se uspostavi referentni sistem sa kojim bi se mogla porediti sledeća iskustva. Na ovom nivou ne može biti govora o svesti. Na neposredno višem nivou organizacije, signali bivaju primećeni, dakle brzo transformisani u svesnu predstavu. Drukčije rečeno, predstavljaju predmet složene obrade koja dozvoljava da se u memoriji sačuvaju tragovi koje ostavlja perceptivno iskustvo. Nezavisni od čulnih i motornih, potpuno spojenih puteva, ovi tragovi upisuju se u difuznu procenjujuću strukturu koja, u prvom nivou, zbog ekonomije vremena i sredstava, funkcioniše na nesvestan, automatski način. Ova procenjujuća struktura koja usklađuje i kontroliše prisutnu percepciju upućivanjem na prošla iskustva i na nameravanu akciju, odgovara izvesnom zatvaranju sistema. Ali, ona može efikasno posredovati samo u rutinskim ponašanjima i običnim situacijama svakodnevnog života[16].

Da bi do sučeljavanja sa dvosmislenim i/ili složenim situacijama moglo da dođe, potrebno je da posreduje jedan viši nivo zatvaranja, dodatno povezivanje sistema unutar sebe, refleksivna svest ili svest o sebi. Između trenutka svesne percepcije i trenutka donošenja odluke umeću se svesne operacije razmišljanja i vrednovanja, drugim rečima operacije tokom kojih misao samu sebe kontroliše. Na tom stepenu zatvaranja i složenosti sve činjenice koje se odnose na situaciju (sećanja, želje, planovi, itd.) iz različitih razloga ne mogu dopreti do svesti niti obavezno biti međusobno koherentne. Iz toga proističe bilo pogrešna odluka bilo manje ili više dobro razrešen konflikt. To što

[16] Paillard, 1987.

se ulazi i izlazi pozivaju na situaciju svojstvenu sistemu dovodi do toga da naša predstava o svetu više nije, suprotno klasičnom mišljenju, jednostavna "karta čulne projekcije"[17], nego proizvod usvajanja okoline od strane našeg unutrašnjeg sveta i njegovog usklađivanja sa njom. Najzad, na poslednjem stupnju zatvaranja, naš duh-mozak prestaje da bude trenutno spojen sa spoljašnjim svetom. On tada može, polazeći od svog sopstvenog sveta, da stvara jedan novi svet, a da ništa ne nameće ograničenje njegovom stvaralaštvu i imaginaciji.

Relativnom zatvaranju koje je stvorila svest, naročito refleksivna i kreativna, kod čoveka je pridruženo otvaranje putem govora, ne više otvaranje pred neživim svetom ili svetom životinja i biljaka, već pred društvenim svetom, svetom kulture, svetom sebi sličnih, otvaranje koje umnožava stvaralačke sposobnosti njegovog duha. Na nesreću, budući da svako, zbog svoje genetičke i istorijske posebnosti, poseduje veoma ličan sistem podataka i vrednovanja, komunikacija putem govora još suviše često ostaje izvor nesporazuma među ljudima, nesporazuma koje simbolizuje Vavilonska kula.

[17] Paillard, 1987.

2

HOMINIZACIJA I BIOLOGIJA

Želeo bih da sada krenem dalje, u opširnije izlaganje promena što su pratile i omogućile ovaj proces koji se naziva *hominizacija*. Pored klimatskih, treba razlikovati anatomske i fiziološke promene s jedne strane, i promene u ponašanju koje imaju društvene posledice, s druge strane. Ovo razlikovanje je unekoliko arbitrarno, jer su sve promene međusobno isprepletane, a odnosi između svih razmatranih promenljivih često neprecizni. Tu arbitrarnost, međutim, nameće jasnoća izlaganja.

Svi se slažu da su važne klimatske varijacije (suša), koje su pogodile istočnu Afriku u trenutku pojave *Australopithecus*-a i novih životinjskih vrsta, imale izvesnu ulogu u evoluciji. Naime, na prostranim teritorijama zamena vlažne šume suvom savanom prošaranom drvećem morala je živim bićima nametnuti promene u ponašanju i podvrći ih novim silama selektivnog pritiska. To je kontekst u kome se pojavila bipedija koja je predstavljala najspektakularniju, ali ne i jedinu promenu. Druge, isto tako značajne pro-

mene, poput neotenije[1], prevremenog rađanja, niske stope reprodukcije i povećanja unutarlobanjske zapremine takođe su odlike hominizacije, čak i ako uslovi njihove geneze nisu uvek jasno uspostavljeni. Ali, ove anatomsko-fiziološke promene same su prouzrokovale serije drugih promena koje sam prinuđen da zaista veštački razdvojim. Suprotno običaju, počeću razmatranjem neotenije i njenih posledica, jer je reč o procesu koji je kod primata započeo mnogo pre pojave bipedije.

NEOTENIJA I USPORAVANJE RAZVIĆA

Kao što se u istoriji nauka ponekad događa — takav je bio slučaj sa Vegenerovom (Wegener) teorijom razmicanja kontinenata — teorija neotenije prvo je bila kritikovana, štaviše izvrgavana ruglu, potom dugo napuštena, da bi na kraju bila smatrana interesantnom[2]. Dvadesetih godina holandski anatom Bolk predložio je "teoriju fetalizacije", prema kojoj sa mladuncima sisara, a posebno sa fetusima primata, imamo izvestan broj zajedničkih karakteristika. Ovu teoriju treba dovesti u vezu sa, danas zaboravljenom, Garstangovom teorijom[3], prema kojoj se svaka linija, gubeći svoju evolutivnu sposobnost, završavala ćorsokakom, izuzev ako se pre tog kraja, veoma rano, ne odvoji jedan ogranak koji, po cenu izvesnog nazadovanja, evoluciju ponovo nastavlja prevazilazeći stupanj koji je dostigla pret-

[1] Neotenija predstavlja postojanost, manje ili više trajnu, tokom razvoja, a ponekad sve do odraslog doba, formi karakterističnih za početak razvića.

[2] Gould, 1977, 1983.

[3] Vandel, 1968; Grassé, 1973; Pinson, 1985.

hodna linija. Ipak, Bolkova teorija izgleda preciznija i bolje zasnovana. Odlike fetusa majmuna koje su se kod nas sačuvale jesu sledeće:

— jajolika lobanja;

— juvenilni izgled;

— okcipitalni otvor smešten u bazi lobanje i orijentisan prema dole;

— neopozabilnost nožnog palca;

da i ne govorimo o manje značajnim odlikama poput postojanosti dlaka na glavi, ispod pubičnog regiona i u pazusima, kao i očuvanju membrane himena.

Sasvim jednostavno, reč je, dakle, o teoriji usporavanja rasta i razvića, fenomena koji bi bio svojstven čoveku i koji bi objasnio neoteniju. Bolkova teorija se, prema Guldu, danas doista ne može prihvatiti u svom originalnom obliku, dok su činjenice na kojima je zasnovana ne samo ispravne nego se mogu savršeno uključiti u naučnu teoriju evolucije čoveka. Kod primata, naime, usporavanje razvića je očigledan fenomen koji je naglašavan od prosimijena, preko malih majmuna i antropoida (šimpanza, gorila, orangutana), pa sve do čoveka. Primati u celini žive duže i zrelost stiču kasnije od ostalih sisara. Međutim, rast čoveka je najsporiji, jer on više od četvrtine svog života raste.

Otuda su kod njega, posle trudnoće, koja je tek malo duža od trudnoće pongida[4], završeci dugih kostiju, u trenutku rođenja, u stanju nezrelosti u kakvom se ne susreću ni kod jednog drugog primata. Zubi se takođe formiraju kasnije, a njegovo telo, posebno mozak, razvija se veoma sporo. Jasno predočavajući 40 lučnih struktura zajedničkih šimpanzu u periodu "dojenja" i odraslom čoveku, Krukof

[4] Šimpanza, gorila i orangutan.

(1978) je pružio vrlo solidan argument u prilog teoriji usporavanja razvića. Kao posledica tog usporavanja, lobanja odraslog mogla je imati oblik koji se kod dve vrste sasvim razlikuje. Po rođenju, težina mozga, u odnosu na svoju konačnu težinu, kod makaka iznosi 60%, kod šimpanza 40,5%, a kod novorođenčeta čoveka 23%. Kod šimpanza mozak u prvoj godini dostiže 70% svoje konačne težine, a u našoj vrsti u trećoj godini. Neotenija (potpuna ili delimična) i usporavanje razvoja su, dakle, povezani. Zahvaljujući tome, odraslo biće može sačuvati bilo koju fetalnu ili juvenilnu odliku, pod uslovom da je ona u skladu sa prinudama okoline, inače bi je prirodna selekcija odstranila. Očigledno da takve odlike jednoj vrsti pružaju znatne potencijale ako su efekti usporavanja trajni i dovoljno obimni, kakav je, na primer, slučaj sa nožnim neopozabilnim palcem — uslovom nužnim za bipediju — ili sa nezrelim izgledom lica koji olakšava razvoj moždane mase unutar lobanje.

Poreklo usporavanja razvoja koje se zapaža kod primata još nije, bar koliko je meni poznato, razjašnjeno. Trebalo bi da je reč o modifikaciji u nivou regulatornih gena koja bi za sobom povukla promene u ritmu hormonske sekrecije fetusa i deteta. U vezi s tim treba zabeležiti da se afrička deca, u odnosu na evropsku ili američku decu, rađaju na naprednijem stupnju psihomotornog razvoja. Ova prednost se proteže od četvrte do osme nedelje. Ali, kada dostigne uzrast od tri godine, afričko dete prevazilaze deca istog uzrasta iz Evrope i Severne Amerike[5].

Direktne i indirektne posledice ovog usporavanja su mnogobrojne i značajne. Zadržaću se samo na:

---

[5] Geber, navedeno u Adeoye Lambo, 1974.

— produžavanju trajanja života;
— neopozabilnosti nožnog palca;
— nezrelom izrazu lica;
— kasnom srastanju lobanjskih kostiju;
— naglašavanju dvofaznog karaktera polnog razvoja;
— gubljenju dlakavosti.

Prva posledica (produžavanje trajanja života) ima veoma opšti karakter. Videli smo da svi sisari imaju uporedivo prosečno "biološko trajanje", drugim rečima da tokom svog života oko 200 miliona puta udahnu, a srčana kontrakcija se obavi 800 miliona puta. Zapaža se da poveć-anje veličine životinje povlači za sobom smanjenje frekvencije disanja i srčanih kontrakcija (pri čemu odnos ostaje 1 : 4), što znači da se kod većih životinja apsolutno trajanje života produžava. Izuzetak predstavlja jedino čovek. Kada bi njegovo biološko trajanje bilo isto kao kod drugih sisara, živeo bi tri puta kraće nego što živi. Ovu izuzetnu situaciju, ovu privilegiju, Guld (1980) pripisuje činjenici da je razvoj čoveka još sporiji od razvoja drugih primata. Možda bi se isto tako moglo reći da je umeo da se zaštiti od prinuda prirode (hladnoća, glad, itd.), kojima su divlji sisari podređeni, i da je sedentarnost, koju je sebi pružio, mnogo prijatnija od zatočeništva koje nekim životinjama sâm nameće.

Znamo da odlika neopozabilnosti nožnog palca predstavlja apsolutno nužan uslov za bipediju, a da nezrelost facijalnog dela (uzdizanje čela, povlačenje vilica, itd.), drugim rečima njegovo redukovanje, ide zajedno sa povećanjem unutarlobanjske zapremine koje je olakšano zakasnelim srastanjem lobanjskih kostiju. Podsetimo da se, u vezi s tim, glaveni deo embriona diferencira pre repnog završetka i da raste brže od njega, tako da, po rođenju, be-

ba ima krupnu glavu, osrednje razvijen trup, a kratke noge. Zatim se gradijent obrće: počev od treće godine, mozak raste veoma sporo. Budući da je lobanja postala gomoljasta, čelo je niže, dok oči jedva da rastu, a vilica postaje voluminoznija. Zato je glava odraslog sličnija glavi majmuna nego glavi novorođenčeta. Kod šimpanza se proces nastavlja i, u odraslom dobu, čelo je još niže, a vilica još izraženija. Ove modifikacije glave omogućile su mozgu čoveka da se razvije i da se psihičke aktivnosti usložnjavaju, kao što svedoče tvorevine kulture koje su, sa svoje strane, imale pozitivno povratno dejstvo na razvoj mozga.

Gubitak krzna, posebno kod žene — izuzev delova glave, pazuha i pubisa — gubitak koji je već započeo kod primata, predstavlja jednu drugu posledicu neotenije. Ovaj fenomen je potpuno izmenio način nošenja deteta pri kretanju. Već je ženka šimpanza prinuđena da, kada luta, mladunca jednom rukom pridržava, budući da mu njeno retko krzno ne omogućava da se dovoljno sigurno zakači. Lokomotorna nezrelost čovekovog mladunca i potpuni nedostatak krzna nameću ženi još veću prisilu. Prinuđena je da ga nosi bilo u rukama bilo da ga pričvrsti na leđa ili na bok, čime se ograničava sloboda njenog kretanja; čim je prinuđena da svoje dete nosi, onemogućene su neke aktivnosti. Za uzvrat, ovo držanje tela uz telo — ponekad kože uz kožu — pojačava privrženost majci, čime je u početku podstaknut psiho-čulni razvoj. Ali, isto se tako može pretpostaviti da je žena, počev od izvesnog nivoa svesti, mogla osetiti posebnu ljubomoru prema muškarcu, zavist zbog njegove slobode i odsustva prinude. Možda su se prema tom detetu, čiji je ona u manjoj ili većoj meri rob, u njoj rodila ambivalentna osećanja. Ne leži li tu jedan od

uzroka čedomorstva, koje se izgleda praktikovalo češće nego kod bilo koje druge vrste? Tim pre što je situacija žene bila dodatno pogoršana činjenicom što je dete, već u svom rastenju usporeno, uz to prevremeno rođeno, iziskivalo više brige i pažnje nego mladunci životinja.

RAZVIĆE SEKSUALNOSTI

Sa biološke tačke gledišta seksualnost kod čoveka ima bar dve posebnosti. Dvofazni karakter njegovog ustanovljenja, s jedne strane, mnogo je naglašeniji nego kod bilo koje druge vrste; vreme reproduktivne aktivnost žene, s druge strane, ograničeno je menopauzom, fenomenom koji se ne susreće ni kod jedne druge vrste placentnih sisara, i za koji još uvek nema zadovoljavajućeg objašnjenja. Prva posebnost predstavlja direktnu posledicu usporavanja razvića, druga bi bila posledica dugotrajne prilagođenosti majčinskom staranju koje dete zahteva.

Nešto ću malo reći o biologiji čovekove polnosti jer, treba li podsećati na to da je Frojd, postavljajući seksualnost u središte psihoanalitičke teorije, posejao sumnju u duše onih za koje se seksualni domen ograničava na genitalnu aktivnost i reproduktivno ponašanje. No, pokazalo se da nedavna dostignuća u biologiji delom potvrđuju njegovo shvatanje polnosti u domenu psihičkog i ponašanja, ne samo kod odraslog već isto tako i kod deteta. Za njega su tri činjenice bile fundamentalne: biseksualnost ljudskih bića, postojanje dečije seksualnosti koju od seksualnog procvata puberteta razdvaja "period latencije" u trajanju od desetak godina.

Počev od 1912. godine, od dvofaznog ustanovljenja seksualnosti načinio je jedan od fundamenata svoje seksu-

alne teorije neuroza. Prema Frojdu, suprotno životinjama, kod čoveka se seksualno razviće odigrava u dva perioda. Prva faza dostiže svoj vrhunac oko pete-šeste. godine, zatim je prekinuta periodom latencije koji se završava tek u pubertetu. Ferenci (Ferenczi) mu je čak sugerisao da je ta latencija seksualne aktivnosti posledica poslednje velike glacijacije koja je čoveku nametnula suzbijanje seksualnosti ne bi li svu svoju energiju usredsredio na preživljavanje. Frojd je sve do kraja mislio da je neka ekološka drama bila usko povezana sa seksualnošću, kulturom i neurozom, i da je čovek morao poticati od neke životinje koja je svoju polnu zrelost dostizala oko pete godine[6]. Setimo se da ženke šimpanza, koje žive trideset do četrdeset godina, polnu zrelost dostižu tek kad napune petnaest godina[7]. Period latencije, koji je, po njemu, počinjao između pete i šeste godine, bio je povezan sa "slabljenjem Edipovog kompleksa", kada dete spozna svoju nesposobnost da prema roditelju suprotnog pola igra zrelu polnu ulogu.

S obzirom na stepen razvoja biologije njegovog vremena, Frojd nikako nije mogao da na zadovoljavajući način razreši problem seksualnosti i čak nikako nije mogao da je definiše, što je za teoriju bilo nepovoljno. Kako je mogao govoriti o onome što nije mogao da definiše? Kao da je to priznao: "Ne zaboravite, sada ne posedujemo opšteprihvaćeno merilo seksualne prirode jednog procesa, ukoliko to nije, štaviše, odnos prema funkciji reprodukcije, koji moramo isključiti kao suviše ograničen. [...] hemijske karakteristike, čije postojanje imamo pravo da pretpostavimo,

[6] Sulloway, 1979.
[7] Ghiglieri, 1985.

samo čekaju da budu otkrivene."[8] Psihoanaliza se, dakle, oslonila na jednu aporiju koju je kako je to Frojd predosećao, biologija trebalo da otkloni. I biologija je odista, kao što ćemo videti, uspela da ukloni prepreku.

Ako se posmatra ukupni proces polnog razvića jedinke, zapaža se da se on odigrava u tri perioda: *in utero* u prvoj polovini trudnoće, posle rođenja i tokom puberteta. Ali, dve činjenice moraju biti odmah podvučene. Prvu je otkrio Žos (Jost) pre oko četrdeset godina[9]. Ona se sastoji u tome što se fetusi sisara, lišeni svojih gonada (semenika ili jajnika), spontano razvijaju u ženke. Kastracija fetusa *in utero*, bilo koji da je njegov genetički pol, uvek je, naime, praćena razvojem genitalnog aparata, mlečnih žlezda i CNS koji ima odlike ženskog pola. Regulatorni gen seksualnog diferenciranja smešten je, štaviše, na X-hromozomu. Nije, dakle, preterano reći kako je maskulino stanje isto toliko, ako ne i više, rezultat "defeminizacije" koliko i maskulinizacije fetusa.

Druga činjenica: kod svih kičmenjaka postoji nervna i mišićna organizacija kompatibilna sa ekspresijom dvopolnog ponašanja. Centralni nervni sistem suštinski poseduje dvostruki potencijal, muški i ženski, koji se usled hormonskih uticaja ne izražava kod normalnog odraslog organizma[10].

Na početku embrionskog života Y-hromozom, koji genetički označava muški pol, interveniše samo u prvim fazama razvića semenika; kasnije više ne igra nikakvu ulo-

[8] Prevedeno prema prevodu autora knjige, a iz *Gesammelte Werke*, XI, str. 331-332 (1916-1917). (*Prim. prev.*)
[9] Jost, 1947.
[10] Crews, 1988.

gu. Kod ljudi, semenici i jajnici se diferenciraju između 43. i 50. dana trudnoće. Polni sistem u početku nije diferenciran (Volfovi /Wolff/ kanali i Milerovi /Müller/ kanali). Pod dejstvom testosterona i antimilerovskog hormona diferenciraju se prostata, penis i skrotum. Ova hormonska aktivnost, naročito značajna u prvoj polovini trudnoće, zavisi od složenog endokrinog sistema koji obuhvata hipotalamus, hipofizu i polne žlezde. Hipotalamus preko gonadoliberina stimuliše hipofizu koja, sa svoje strane, preko gonadotrofina podstiče izlučivanje hormona polnih žlezda, estrogena i androgena posebno, dok celinu sistema regulišu povratna dejstva. Zabeležimo da mužjaci i ženke poseduju hormone oba pola, premda u obrnutim proporcijama, i da upravo muški hormoni imaju stimulativno dejstvo na seksualnu aktivnost žene.

Polno diferenciranje *in utero* ne ograničava se na genitalne organe, ono se isto tako tiče i mozga. Testosteron, naime, bez sumnje direktnim trofičkim dejstvom, indukuje neurobiološke, strukturne i funkcijske razlike između mozga muškarca i mozga žene, pod uslovom da su neuroni još slabo diferencirani. Određenije, diferenciranje CNS u muško ili žensko zavisi pre od ravnoteže između androgena i drugih gonadnih steroida prisutnih u cirkulaciji nego od prisustva ili odsustva testosterona. Uostalom, testosteron deluje, posebno na hipotalamus, tek pošto lokalno biva preobraćen u estradiol, estrogen čije delovanje kod žene blokira progesteron[11].

Ovo polno diferenciranje mozga tokom embriogeneze spontano je nepovratno; ono je bukvalno "organizatorsko" jer uspostavlja definitivne anatomsko-funkcijske ra-

[11] Aron, 1984; Mac Lusky, 1986.

zlike između muškarca i žene. Kod žene je, na primer, hemisferna asimetrija manje podvučena, a kalozno telo razvijenije; to je praćeno boljom verbalizacijom, a manje dobrom orijentacijom u prostoru. Neki autori sličnim razlikama pripisuju manju učestalost i težinu shizofrenije i autizma kod devojčica.

Polno diferenciranje, u velikoj meri započeto *in utero*, kod mužjaka je odmah po rođenju naglo pojačano lučenjem testosterona, toliko intenzivnim da bi se moglo govoriti o neonatalnoj "testisnoj krizi", i to kako kod pacova i majmuna[12] tako i kod čoveka[13]. Kod dečaka količina testosterona već u drugom satu dostiže polovinu količine kod odraslog i, posle jednog pada, ostaje visoka do drugog, pa i do šestog meseca. Potom opada sve dok ne dostigne veoma nizak nivo (1/100 količine kod odraslog) koji se održava do osme, odnosno desete godine, a zatim postupno raste sve do puberteta. Dvofazna evolucija testisne aktivnosti, po rođenju, zaista postoji kod dečaka. Kod devojčica je između šestog i dvanaestog meseca veoma naglašena aktivnost jajnika.

Ako polno diferenciranje počinje tokom trudnoće i ako pubertetska etapa osigurava sazrevanje polnog aparata, kakav je smisao te druge neonatalne etape? Kako je, kod sisara, sazrevanje mozga daleko od dovršenog i kako testosteron deluje na neurone samo tokom osetljivog perioda koji prethodi njihovoj konačnoj specifikaciji, može se pretpostaviti da testisna kriza isto tako deluje na one neurone koji se diferenciraju pod dejstvom spoljašnjih nadražaja. Dok se unutarmaterično polno diferenciranje pre

[12] Roffi i sarad., 1983.
[13] Forest, 1983.

svega odnosi na seksualno ponašanje, moguće je smatrati da se neonatalni period prvenstveno odnosi na moždane strukture koje su smeštene iznad hipotalamusa. No, glavni događaj rođenja predstavlja otkrivanje istorodnika, uspostavljanje aktivnog odnosa sa bližnjima i prvenstveno sa majkom. Ovaj događaj je u ljudskoj vrsti toliko značajan da u prvim godinama života društvene interakcije široko moduliraju hormonske uticaje. U tim uslovima nije neverovatno pretpostaviti da neonatalno izlučivanje testosterona defeminizira i maskulinizira celinu psihičkog života dečaka. Jer domen seksualnosti pre svega predstavlja domen duševnog života, a dodatno domen seksualnog ponašanja.

Da bi se ilustrovala činjenica da seksualno diferenciranje nije apsolutno nepovratno, podsetiću na nekoliko podataka dobijenih eksperimentalnim putem koji se odnose posebno na životinje. Ženke pacova, u trudnoći izložene delovanju testosterona, okoćuju ženke koje, pošto nisu toliko maskulinizirane, imaju deficijentno seksualno ponašanje. Trudne ženke pacova, snažno i trajno podvrgnute stresu, okoćuju mužjake koji seksualno nisu mnogo diferencirani, bez sumnje zbog nedostatka testosterona[14]. Postnatalna kastracija pacova mužjaka ne poništava ponašanje parenja ali, ako se primenjuju estradiol i progesteron, oni poprimaju seksualno ponašanje ženke. Suprotno, samo jedna injekcija testosterona, data po rođenju, ženku dovodi do seksualnog ponašanja mužjaka. Ženke mladunaca koje su primile androgene psihički liče na mladuncemužjake, a ovi, kada pokažu nedostatak testosterona, liče na ženke[15]. Pacovi kastrirani u zrelom dobu i dalje pose-

[14] Dörner i sarad., 1983, navedeno u Aron, 1984.
[15] Galaburda, 1985.

duju ponašanje parenja i potrebno ih je podvrći intenzivnom i produženom estrogenskom tretmanu da bi stekli ponašanje ženke, dok je odraslim ženkama pacova dovoljna samo jedna injekcija testosterona da bi se izazvalo ponašanje mužjaka.

Čim su duševni život i ponašanje obeleženi pečatom seksualnosti, ona je samo dodatno okarakterisana polnom aktivnošću i reprodukcijom. Da bismo bili jasni, trebalo bi čak reći da se jedino gonadna aktivnost, genitalna seksualnost uspostavlja dvofazno i čak trofazno, a da se psihička seksualnost i seksualno ponašanje razvijaju bez diskontinuiteta, izvan svake gonadne aktivnosti, pa su, tako, dovoljni da objasne pojavljivanje Edipovog kompleksa. Seksualna ponašanja doista se primećuju tokom detinjstva čoveka i životinje, ali ona ostaju rudimentarna i fragmentarna zbog nezrelosti polnih žlezda. Erekcije penisa tokom paradoksalnog sna pojavljuju se odmah po rođenju; oko osmog-devetog meseca kod oba pola[16] primećeni su trzajući karlični pokreti i čak koitusni položaji koje, tokom svojih igara, spontano zauzimaju dečaci i devojčice od druge do treće godine — i sam sam zapazio tu činjenicu — a da se ne govori o privlačnosti koju osećaju kćer prema ocu i sin prema majci.

Pitanje je postalo još složenije od kada su etolozi[17] kod dojenčadi i male dece individualizovali sistem ponašanja nazvan "privrženost", koji je dugo bio smatran manifestacijom seksualnosti. No, pokazalo se da je taj sistem sasvim autonoman, nezavisan od svih drugih ponašanja, posebno seksualnih; jer osetljiv period u kome se on uspostavlja,

---

[16] Lewis, navedeno u Bowlby, 1969.

[17] Bowlby, 1969; Harlow, 1972.

način njegovog aktiviranja, lica ka kojima je upravljen razlikuju se od onih koja odlikuju seksualna ponašanja. Potvrđeno je, dakle, da ga treba odvojiti od oblasti seksualnosti.

Dok su psihička aktivnost i aktivnost ponašanja, po rođenju, definitivno seksualizovane, kako objasniti period latencije na kome je Frojd insistirao? Jer on počinje upravo u dobu u kome ponašanja privrženosti prestaju da se manifestuju i postaju mirujuća. Period latencije poticao bi iz kulture koja zabranama, pretnjama i prinudama školovanja inhibira infantilnu seksualnost. Ova hipoteza potkrepljena je činjenicom što se u nekim kulturama, nazvanim primitivnim, potpuni seksualni odnosi, sa uvlačenjem penisa, tolerišu kod veće dece, sve do puberteta, perioda u kome onda devojčice i dečaci bivaju razdvojeni. Seksualna latencija bi, dakle, pre svega bila kulturološki fenomen. Ako dvofazni razvoj gonadne aktivnosti nije karakterističan za ljude, to ne umanjuje značaj činjenice što je u naše vreme vidljiva latencija mnogo duža, a dvofaznost, dakle, naglašenija.

Pojava gonadne aktivnosti može biti objašnjena bez pozivanja na opadanje Edipovog kompleksa i/ili kulturološke zabrane. Želeo bih da govorim o produžavanju perioda detinjstva, o trajanju odgajanja i vaspitavanja od strane roditelja, što u naše vreme predstavlja direktnu posledicu usporavanja rasta. Pedijatri su nam u novije vreme pokazali da u nekim slučajevima prisustvo roditelja ili onih koji zamenjuju roditelje može inhibirati lučenje hormona rasta, što dovodi do staturo-ponderalnog nanizma, nazvanog psihogenim, budući da porodična sredina bukvalno sprečava da dete raste. Da bi se objasnio dvofazni karakter sazrevanja gonada, ne bismo li se mogli pozvati

na sličan inhibitorni mehanizam koji bi, u slučaju gonadne aktivnosti, bio univerzalan i genetički programiran? Ova dvofaznost je, uostalom, nužna za harmonizaciju telesnog rasta i za sazrevanje gonada. Zna se da kod mno-gih sisara prisustvo porodice (otac, majka, braća, sestre, itd.), posebno roditelja, jeste snažan inhibitor seksualne aktivnosti. Kod majmuna dominantne ženke mogu, samim svojim prisustvom, blokirati ovulaciju, štaviše izazvati abortus kod podređenih ženki. Kod Ustitija, na primer, otac psihički kastrira mlade adolescente koji nisu stekli dovoljnu zrelost da bi mogli da napuste svoje roditelje. Testisi mladih mužjaka atrofiraju, a embrioni se, kod mladih ženki koje su kopulirale krišom, resorbuju. Čovek, dakle, ima pravo da pretpostavi kako kod ljudi duga veza sa majkom, uz prisustvo oca, koči hormonsko seksualno razviće sve dok dete ne dostigne fizičku i psihičku zrelost. Kasnije ću pokazati kako zavođenje dece od strane roditelja može dejstvovati u suprotnom pravcu. Dvofazni razvoj gonadne aktivnosti bio bi samo adaptivni fenomen, genetički zapisan, namenjen privremenom ublažavanju posledice usporavanja rasta. Dvofaznost je, uostalom, sigurno olakšala sticanje veština i znanja, čime je omogućen cerebralni razvoj koji je, protivudarom, učestvovao u povećanju zapremine lobanje i intelektualnih sposobnosti.

Na kraju je, kao što je Frojd prorekao, aporiju na koju se psihoanaliza tokom jednog veka spoticala, eliminisala biologija koja, najzad, može da pruži definiciju seksualnog. Seksualno je sve što, u većoj ili manjoj meri, zavisi od prošlog ili sadašnjeg delovanja seksualnih steroida na organizam i duševni život. Zaista je, kao što je Frojd s ubeđenjem tvrdio, tačno da se oblast seksualnog u velikoj meri rasprostire izvan granica genitalne aktivnosti i repro-

dukcije. Postnatalna hormonska kriza dovršava seksualno diferenciranje duševnog života i ponašanja. Bez nje ne bi bilo infantilne seksualnosti, ne bi bilo Edipovog kompleksa, ne bi bilo perverzija. Ona je nužan ali ne i dovoljan uzrok svih ovih procesa. I nije nevažno to što taj glavni događaj u životu čoveka dolazi zaista mnogo pre govora.

Biologija je, sve u svemu, naknadno potvrdila ono što je Frojd video odmah: "Jezgro koje smo označili imenom ljubav prirodno je formirano onim što se obično naziva ljubavlju i o čemu pevaju pesnici, ljubavlju među polovima u cilju seksualnog sjedinjenja. Ali mi od tog jezgra ne odvajamo ono što, pored toga, otkriva reč ljubav s jedne strane, voljenje sebe, sa druge, ljubav prema roditeljima i roditeljsku ljubav, prijateljstvo i ljubav ljudi uopšte, čak ni privrženost konkretnim predmetima i apstraktnim idejama. Naš dokaz počiva na onome čemu nas je psihoanalitičko istraživanje naučilo: sve ove težnje predstavljaju izraz istih podsticajnih kretanja koja, u odnosima među polovima, podstiču na seksualno ujedinjenje, i koja, u drugim slučajevima, od tog seksualnog cilja doista odvraćaju ili sprečevaju njegovo dosezanje, ali koja time ne zadržavaju u manjoj meri svoju originalnu prirodu da bi sačuvala sasvim prepoznatljiv identitet (žrtvovanje sebe, težnja za približavanjem)"[18].

PREVREMENOST

Mnogi autori priznaju da se čovek rađa prevremeno. Ova "normalna" prevremenost predstavlja obaveznu posledicu usporavanja razvića. Kod viših sisara opšte je pra-

---

[18] S. Freud, 1921, str. 150-151.

vilo da je trajanje trudnoće proporcionalno trajanju razvića. Čim je ono usporeno, trudnoća bi trebalo da se produži. Kad bi odnos između dužine trajanja razvića i trudnoće bio skoro isti kod čoveka i kod drugih primata, trudnoća bi trebalo da u našoj vrsti traje sedam do 12 meseci duže, odnosno između 16 meseci i 21 meseca. No, trudnoća žene traje samo nekoliko dana duže od trudnoće ženki gorile i šimpanza, čiji fetus ima mnogo manju lobanju od lobanje ljudskog fetusa koji se, iz mehaničkih razloga, mora, dakle, roditi prevremeno, budući da zapremina glave nameće granicu trajanju trudnoće da bi porađanje bilo moguće. Uostalom, počev od tridesete nedelje, sa približavanjem roka od trideset devet nedelja, kod ljudi se primećuje zaustavljanje rasta lobanje. Sve do tog vremena obim glave povećava se skoro proporcionalno kvadratu dužine embriona i fetusa, dok, počev od tridesete nedelje, njegovo rastenje postaje proporcionalno kvadratnom korenu dužine fetusa. Odmah po rođenju glava ponovo počinje da raste svojim brzim ritmom koji je, ipak, sporiji od brzine rasta na početku trudnoće[19]. Ovo usporavanje omogućava prilagođavanje mehaničkim uslovima porođaja koji, sa svoje strane, zahteva da se fetus, pre nego što se uvuče u porođajni kanal, okrene.

Kod *Homo s. sapiens* prevremenost se ogleda u tome što mozak dostiže težinu mozga novorođenčeta šimpanza tek šest meseci po rođenju, a izbijanje dva zuba događa se kasnije. Nema sumnje da je ona povezana sa promenama oblika karlice, udruženih sa bipedijom, a primećuje se kod hominida već više miliona godina. U poređenju sa karlicom majmuna, karlica čoveka je niža, a pogotovo su obe

[19] Lazar, 1982.

strane kokso-femurskih i sakro-ilijačnih zglobova bliže jedna drugoj, *što, na prvi pogled, predstavlja prepreku po*rađanju. Ali, ova nezgoda prevaziđena je time što kod ljudi, u nivou karlice, postoji veoma izrazit polni dimorfizam kojeg nema kod majmuna. Naime, povećano je rastojanje između kokso-femurskih zglobova, kao i dužina pubisa u karlici žena. Osim toga, tokom porođaja, ligamenti karlice se opuštaju, a lobanjske kosti fetusa tokom spuštanja iz gornjeg tesnaca naležu, što je ostvareno zahvaljujući okretanju lobanje fetusa za 45°, čija duža osa tada koincidira sa većim (iskošenim) prečnikom gornjeg tesnaca. Kada lobanja fetusa kroz njega jednom prođe, porođaj se obavlja bez muke jer je donji tesnac karlice kod Hominida širi nego kod majmuna[20]. Odmah ćemo videti da prema Šalinu (Chaline) nije bipedija modifikovala karlicu nego je morfološka modifikacija karlice za sobom povukla bipediju.

U kom trenutku su tokom hominizacije prevremena rođenja postala normalan fenomen? Verovatno kada je zapremina lobanje dostigla dovoljnu veličinu da bi se prevremenost učinila nužnom. Lojtenegerova (Leutenegger, 1972) antropometrička istraživanja, koja su se odnosila na više karlica *Australopithecus*-a, posebno *A. africanus*-a, pokazala su da je oslobađanje moralo biti brzo i lako, budući da lobanja još nije dostigla zapreminu dovoljnu da predstavlja prepreku porođaju. Ove konstatacije samo odgađaju problem. Odnos težine fetusa prema težini majke morao je, prema Lojtenegeru, biti isti kod *Australopithecus*-a kao i kod sadašnjih prehominidnih primata. No, proporcionalno, kod *Homo sapiens-a težina fetusa povećala* se više od težine majke, premda ne znamo kada je počela

[20] Berge, 1983.

ova promena odnosa. Pre nego što su se naši preci počeli redovno prevremeno rađati bez sumnje je bilo potrebno da prirodna selekcija eliminiše veliki broj majki nesposobnih da izbace krupan fetus. Smrt ženke nesposobne da izbaci fetus bila je čak primećena kod babuna. Kad je reč o detetu, prevremenost je samo pojačala posledice neotenije, a možda su, ipak, prvi prevremeno rođeni ljudi bili ti koji su osigurali budućnost naše vrste.

BIPEDIJA

Poreklo bipedije nesumnjivo je povezano sa dva suprotna mehanizma. Videli smo da se očuvanje neopozabilnosti nožnog palca u odraslom dobu može pripisati usporavanju rastenja. Ali Šalin i saradnici (1986) procenjuju da je bipedija posledica ubrzanja rasta karlice. Kod fetusa šimpanza karlica je, naime, dugačka i uska, a zatim, tokom rastenja, postaje kraća i šira. Kod *Australopithecus*-a *Homo*, jedinih bipednih sisara, ova kratka i široka forma stečena je od detinjstva ubrzanjem rasta ilijačne kosti[21].

Bilo kako bilo, čim je bipedija bila uspostavljena, hominidi su stekli ogromne i nove mogućnosti koje su u mnogome prethodile povećanju zapremine lobanje. Pojava bipedije je, bez sumnje, najznačajniji događaj hominizacije. Uslovila je preživljavanje prvih hominida izručenih skoro bez odbrane predatorima savane. *Australopithecus*

[21] Podsećam da su slične varijacije u brzinama razvića somatičkih polja rastenja igrale značajnu ulogu u evoluciji. Jedan drugi primer predstavlja primer brade kod čoveka koja je posledica asinhronije između brzine rasta zubnog polja (koštana struktura mandibule) i brzine rasta alveolarnog polja koje nosi zubalo, budući da alveolarno polje raste sporije od zubnog.

se, kao što smo videli, sa lakoćom kretao na dve noge, kao što potvrđuju tragovi koraka stari 3,7 Mg koje su otkrili Meri Liki (Mary Leakey) i njena ekipa u ravnici Letolije.

Obično se kao prve posledice bipedije setimo oslobađanja ruku koje, kasnije, čak ni privremeno, ne služe za hodanje a mogu biti korišćene za lov ili pravljenje predmeta. Međutim, da bi se izbeglo suviše pojednostavljeno viđenje stvari, nužne su dve primedbe. Prva je da naši veoma daleki preci nisu naglo prešli na isključivo uspravljen hod. Sinatova (1981) je zaista insistirala na činjenici da su prvi *Australopithecus*-i još bili prinuđeni da se povremeno kreću po drveću. Pokazala je da su kod njih humerus i njegovi zglobovi još bili obeleženi brahijacijom, drugim rečima tom praktičnom navikom majmuna da se po drveću kreću njišući se sa grane na granu. Moja druga, mnogo *značajnija primedba* jeste da je proteklo veoma mnogo vremena, možda 2 Mg, između pojave bipedije i stvaranja prvih alatki od kamena, jednostavnih rascepljenih oblutaka. Znači da se tek posle duge latencije ostvarilo povezivanje ruke i mozga, iz čega je, verovatno, proistekao početak povećanja zapremine mozga, lateralizacija i funkcijska asimetrija moždanih hemisfera. Bili su potrebni milioni godina da se levi mozak specijalizuje za analitičko i logičko mišljenje, potom za jezik — prvo gestualan — a da se desni mozak specijalizuje za sintetičko i rutinsko mišljenje. Nije slučajno to što se spretna ruka spojila sa govornom hemisferom, što je za sobom povuklo trostruko povezivanje mozga, ruke i ustiju.

Život u savani je prve hominide učinio veoma ranjivim i bez sumnje ih je doveo do toga da se sve češće drže uspravno ne bi li iz daljine uočili krupne zveri i, možda, divljač. Danas je dovoljno posmatrati grupu od pedesetak ba-

buna koja se kreće savanom da bi se konstatovalo kako ih uvek ima desetak koji su, postavljeni kao stražari, spremni da daju znak za uzbunu. Kako drukčije preživeti sâm, nenaoružan i nag, u oblasti u kojoj samo retka drveta mogu osigurati zaklon, nego živeći u grupi, skupljajući sa grmova orahe, plodove i bobice koji će biti pojedeni zajednički na nekom privremenom legalu, kao što su to činili prvi bipedni sisari istočne Afrike? Sve je, naime, počelo branjem, jer proučavanje zuba dokazuje da je svaštojedstvo postupno zamenilo ishranu plodovima. No, nije sigurno da je bilo potrebno loviti da bi se došlo do mesa.

Koncepcija prema kojoj su prvi hominidi odmah po sticanju bipedije počeli da love i, sledstveno tome, uloga koja je lovu pripisivana u evoluciji čoveka, danas su pod znakom pitanja, posebno kod Potsa (Potts, 1985), Šipmana (Shipman) i drugih. Društvena organizacija lova i aktivnosti vezane za prebivalište, prema klasičnom mišljenju, pojavili su se pre 2 Mg. Ali, dublja proučavanja najstarijih arheoloških nalazišta u pećinama Olduvaja (istočna Afrika), datiranih između -1,7, -1,8 Mg, nameću preispitivanje ove sheme i vode ka zaključku da su se prvi "ljudi" pre hranili lešinama nego što su bili lovci. U Olduvaju se, naime, kao ostaci životinja nalaze samo udovi. Rebara, pršljenova i karlica praktično nema. Životinje nisu, dakle, bile transportovane cele. Mora biti da je reč o životinjama koje su ubili mesojedi, jer tragovi kamenih alatki na kostima često prekrivaju tragove zuba mesojeda. Prema Binfordu (Binford)[22], udovi mora da su bili skupljani pre svega da bi se izvukla koštana srž, dok je lov morao biti slučajan. S druge strane, nalazišta Olduvaja ne treba posma-

[22] Navedeno u Potts, 1985.

trati kao uređene logore, već pre kao skloništa za blokove neobrađenog kamena, skloništa u kojima su bile ostavljane kosti. Stanište se moralo razviti tek mnogo kasnije. Ove konstatacije Potsa vode ka zaključku da naši preci pre 2 Mg "nisu na nas ličili onoliko koliko smo mi to verovali"[23].

Međutim, jednog dana ljudi su počeli da love i poslovi su raspoređeni tako što su se žene bavile sakupljanjem a muškarci su lovili. Kako je lov mogao doneti tek nesigurne rezultate onima koji su raspolagali samo močugama i kamenjem, jedino su žene osiguravale redovnu i obilnu ishranu. Da li su imale dominantan položaj? To nikada nećemo saznati. Može se, ipak, pretpostaviti da su muškarci priznavali njihovu nadmoćniju ulogu u ishrani. U vezi sa *sakupljanjem hteo bih da ukažem na originalnu Žuveovu* (Jouvet) hipotezu prema kojoj su naši preci umeli da otkriju biljke koje imaju sposobnost da produže budno stanje (kafa, čaj itd.). Manje zavisni od sna nego životinje, onda su mogli posvetiti više vremena stvaralačkim aktivnostima i dokolici. Kada je lov postao svakodnevna praksa, u savani se mogao obavljati samo u grupi. Doista, Kanidejci, kao i Likaonci, love u grupi, ali hranu ne prenose niti je raspodeljuju, što su morali raditi prvi lovci. Lov u grupi doneo je podelu rada; lovcima, naime, moraju pomagati goniči i hajkači. Ako se radi u grupi, onda se i živi i jede u grupi, u bar relativno organizovanom privremenom logoru, što je moralo biti slučaj pre oko 500.000 godina. Da bi se lovilo u grupi, mora se sporazumevati, sarađivati, da bi se komuniciralo na daljinu, mora se dogovarati gestualnim jezikom i sva agresivnost usmeriti ka plenu.

---

[23] str. 686.

Prve žrtve lovaca sigurno su bile stare i bolesne životinje, kasnije su to bile mlađe i sitnije životinje, sasvim skoro, pre 30.000 godina, krupne, opasne životinje poput mamuta.

Posle lova, tokom zajedničkog obeda, razvijalo se suživljenje, obogaćivali su se psihički i socijalni život. Kako su lov i sakupljanje ostavljali mnogo slobodnog vremena, ono je bilo posvećeno pravljenju alatki od kamena, čiji se kvalitet veoma sporo poboljšavao, pravljenju sve efikasnijih i efikasnijih zaklona, stvaranju različitih posuda i odeće. Najstarije, grube alatke stare su 3 Mg. Njihovo pravljenje je pojačavalo koordinaciju mozga, oka i ruke, nametnulo je bogatija i, da bi se prenela tehnika njihovog pravljenja, preciznija sredstva gestualne komunikacije.

Oko -1,7 Mg, počelo je korišćenje vatre. Najstarije ognjište nađeno je u Kini, u Juanmuu. Jedno drugo, staro 1,4 Mg, otkriveno je u istočnoj Africi, zajedno sa blokovima pečene gline koji su se nalazili u blizini kamenih alatki i životinjskih kostiju[24] . Ova veština se, verovatno, može pripisati *Homo erectus*-u. Vatra je pružila nove i raznolike mogućnosti: rasterivanje zveri, osvetljavanje, grejanje, pečenje hrane ne bi li postala svarljivija, što je dovelo do toga da snažni očnjaci i moćne vilice postanu nekorisni. Perle (Perlès, 1987), međutim, misli da iznete činjenice nisu uverljive jer još uvek nije dokazano da se zaista radilo o sagorevanju, niti da su ga namerno stvorili ljudi. Najstarija uređena ognjišta nađena su u Evropi, u kojoj se veštinom korišćenja vatre ovladalo tek kasno (-400.000 godina). Ona, naime, ne svedoče toliko o "tehničkom progresu" koliko o sticanju sposobnosti za novu analizu i organizaciju.

[24] Desmond Clark i sarad., 1984.

Druga posledica bipedije jeste izvanredna pokretljivost predstavnika roda *Homo*. Oni su se tokom desetina hiljada godina neprestano kretali sa mesta na mesto, i to ne samo da bi promenili teritoriju na kojoj su lovili nego da bi osvojili planetu. Dok izgleda da *Homo habilis* nije napuštao Afriku, njegov direktni potomak *H. erectus* brzo je naselio Aziju i Evropu. Ove migracije, ove promene biotopa učestvovale su u povećanju njegove genetičke varijabilnosti, a posledica toga bilo je i umnožavanje njegovih adaptivnih sposobnosti. Njegova evolucija se time, takođe, ubrzala.

Ali kretati se, biti nomad kada se prevremeno rađaju bebe predstavlja problem i za majku i za dete. Sa tog stanovišta čovek se, u odnosu na životinje, nalazi u paradoksalnoj situaciji. Kod viših životinja primećuju se dva tipa vrsta, nidikolne i nidifugne. Nezreli mladunac ili mladunci nidikolnih vrsta spuštaju se u trajno "gnezdo" kome se majka, a ponekad i otac, redovno vraća da bi ih negovala i hranila. Kod nidifugnih vrsta, naprotiv, mladunac je dovoljno zreo da bi pratio majku koja se neprestano kreće u potrazi za hranom, nikada se ne vraćajući na stalno mesto. Njen mladunac je prati i sisa kada oseti potrebu za tim. Što se migratornih životinja tiče, one nikada ne napuštaju teritoriju na kojoj su se ženke okotile ili snele jaja sve dok mladunci nisu sposobni da ih prate. Čovekova situacija je paradoksalna jer, s jedne strane, njegov prevremeno rođeni mladunac ostaje mnogo duže nezreo nego mladunče koje druge životinje a, sa druge strane, u tim dalekim vremenima, lov, sakupljanje i migracije nametali su duga kretanja i česte promene prebivališta. Nezrelost mladunca mogla je ići zajedno sa sedentarnošću (nidikolna vrsta), a pokretnost majke sa zrelošću mladunca (nidifugna vrsta).

Majka je, dakle, bila prinuđena da svoje dete nosi prevaljujući velike razdaljine i tokom više godina. Vodeći računa o razlikama, moglo bi se reći da to pomalo liči na situaciju u kojoj se nalazi kengur, ali on ima džep u kome nosi svog mladunca. Žena je, dakle, lišena krzna za koje bi mladunac mogao da se uhvati. No, čak i primati čiji se mladunci kače za majku borave na određenim teritorijama i nikada ne preduzimaju prostorne migracije kao što je to činio čovek. Tako su, tokom skoro čitavog vremena hominizacije, žena i njeno dete održali odnos jedinstven u životinjskom svetu, koji mora da je na njih vršio snažne prinude, prinude čiji su pozitivni efekti na dete neosporni.

Hteo bih da dodam kako je bipedija, omogućavjući češće i intenzivnije odnose licem u lice, morala igrati ulogu u iznenađujućem razvoju mimike koja, u našoj vrsti, dostiže istančanost i složenost koje do tada nisu bile dostignute. Ovaj razvoj se odvijao progresivno, istovremeno sa razvojem duševnog i socijalnih interakcija u kojima je mimika, kao sredstvo neverbalne komunikacije, igrala glavnu ulogu, posebno bogato i precizno u dualnim odnosima. Kasnije ću razmotriti efekte bipedije na seksualnost kod ljudi.

Najzad, ne zaboravimo da još nismo savršeno prilagođeni na uspravnost svog tela, stečenu, međutim, pre više miliona godina. Kao dokaz navešću učestalost njenih neželjenih posledica na kičmeni skelet (lumbago, artroza, itd.) i na venski sistem (proširene vene), smetnje koje su obilno nadoknađene prednostima što nam je pružilo uspravno držanje.

Primer bipedije, za koji sam mislio da ga treba detaljnije izložiti, zaista pokazuje kako jedna jedina promena, jednostavnim grananjem puta koji prati evolucija, može

da je usmeri u sasvim novom pravcu i da izazove kaskadu na prvi pogled neverovatnih promena.

NISKA STOPA REPRODUKCIJE

Dok niska stopa reprodukcije obično za sobom povlači gašenje vrste, izgleda da ova karakteristika kod čoveka ima dijametralno suprotne efekte. Nesumnjivo da to predstavlja razlog gašenja gorila i šimpanza koje je u toku. Lavik-Gudol (Lawick-Goodall, 1970) je dugi niz godina posmatrao jednu ženku šimpanza obdarenu neuobičajenom seksualnom aktivnošću. U toku sedamnaest godina imala je samo petoro mladih. Do istog zapažanja došao je Fosi (Fossey, 1983) u vezi sa gorilama. Hominidi su, zahvaljujući *neoteniji* i prevremenom rođenju, naprotiv, znali da izvuku korist iz svoje niske stope reprodukcije, posvećujući mnogo vremena odgajanju i učenju svakog deteta. Time je vrsta malo pomalo povećavala svoju moć nad prirodom i mogla je da zauzme sve ekološke niše planete, bilo koja klima da u njima vlada.

Ne znamo kolika je bila reproduktivna stopa naših predaka. Imajući na umu prevremeno rađanje, trajanje detinjstva, negativni efekat dojenja na ovulaciju, i stalnost seksualne aktivnosti, morala je biti niska. Ta stalnost seksualne aktivnosti verovatno smanjuje oplođujuću moć sperme i možda za sobom povlači anomalije spermatozoida, o čemu kod čoveka svedoči učestalost spontanih abortusa odmah po oplođenju, koja je mnogo veća nego kod životinjskih vrsta sa periodičnom seksualnom aktivnošću.

Posmatranje !Kunga, lovaca-sakupljača iz pustinje Kalahari, otkrilo je da se kod njih održava postpubertetski sterilitet svojstven primatima. On se ispoljava tako što,

jako ne primenjuju nikakvu zaštitu od oplođenja, do prvog rađanja dolazi tek četiri godine posle venčanja, koje se obavlja u petnaestoj godini, a dojenje, koje traje oko tri i po godine, ima stalne kontraceptivne efekte. Žena !Kunga prosečno ima četvoro do petoro dece (4,7). Izgleda da, bez ikakve kontracepcije, između svakog rađanja prođe 4,1 godina. Majka stalno nosi svoje dete i sa njim spava. Ono sisa oko tri do četiri puta u toku jednog časa, svaki put po dva do tri minuta. Kod gorile i šimpanza učestalost sisanja je istog reda, a uporedivi su i intervali između rađanja. Šort (Short, 1984) je pokazao da kontraceptivni efekat dojenja zavisi od mehaničke stimulacije dojke, iz čega proističe uloga učestalosti sisanja u inhibiciji aktivnosti jajnika. Podaci koji su sakupljeni kod !Kunga i pongida sigurno se isto tako odnose i na *Australopithecus*-a, *Homo habilis*-a i njihove potomke, bar sve do pojave sedentarnosti.

Sedentarnost je, naime, izmenila reproduktivnu stopu ljudi. Kod tih istih !Kunga, kada su postali sedentarni — voljno ili na silu? — opaža se porast stope nataliteta. Žene imaju po jedno dete svake dve i po godine, bez sumnje zato što, prisiljene da obrađuju polja, skraćuju trajanje dojenja i smanjuju učestalost sisanja, čime se umanjuje kontraceptivna moć. Ovo povećanje broja rođenja dece, svojstveno sedentarnim populacijama i onima u razvoju, moglo je da se okonča samo smanjenjem smrtnosti dece i generalizacijom kontracepcije. Efekat sedentarnosti na stopu reprodukcije mogao bi se proučavati na drugim vrstama jer su Žuvanten (Jouventin) i Vajmerskirh (Weimerskirch, 1984) primetili da je kod albatrosa nošenje jaja tim učestalije što su putovanja u potrazi za hranom kraća.

U današnje vreme, u industrijalizovanim zemljama, a posebno u gradskoj sredini, neočekivano su se dogodile druge modifikacije koje zaslužuju da se na njih ukaže. Umesto da se uspori, rastenje u visinu se ubrzava. Isto tako, seksualno sazrevanje je brže. Već više od jednog veka prvi menstrualni ciklusi se pojavljuju sve ranije, čak i u seoskim sredinama[25]. Od pre otprilike jedne decenije natalitet opada a da se to ne može objasniti samo širenjem veštačke kontracepcije u industrijalizovanim zemljama, jer počinje da se pojavljuje i u mnogim zemljama u razvoju. Budući da se trajanje učenja bez prestanka produžava, da li će to biti praćeno novim evolutivnim naprecima naše vrste? Ili ono najavljuje gašenje vrste, kao što je to slučaj kod naših rođaka gorila? Na ova ću se pitanja vratiti kasnije.

POVEĆANJE UNUTARLOBANJSKE ZAPREMINE

Može izgledati paradoksalno to što se ovom značajnom fenomenu prilazi *in fine*, mada ga, u okviru kriterijuma hominizacije, ceo svet, uostalom s punim pravom, stavlja na prvo mesto. To je zato što se, s jedne strane, radi o promeni koja je, premda sa stanovišta anatomske evolucije bića brza, više razvučena u vremenu od drugih — počela je pre 4 ili 5 Mg a zaustavila se pre 100.000 godina — a, sa druge strane, ona proizlazi iz mnogobrojnih i nerazdvojivih uzroka. Ta zapremina, koja u principu odražava zapreminu mozga, može se sa sigurnošću meriti samo na celovitim lobanjama, što je retko kod najstarijih fosila. Sa manje od 450 cm^3 kod *Australopithecus*-a, ona je pre-

[25] Necrasov, 1981.

šla na 650 cm^3 (500 do 770 cm^3) kod *H. habilis*-a, odnosno povećala se za oko 250 cm^3 tokom 3 do 5 Mg, dok se veličina jedinki povećavala u manjoj proporciji. Od *Homo habilis*-a do *Homo s. sapiens*-a lobanja se povećavla od 750 do 1.000 cm^3 u toku manje od 2 Mg, sa jasnim ubrzanjem počev od vrste *H. erectus*-a, koje Kun (Coon, 1978) pripisuje delimičnom napuštanju tropskih predela. Kao što potvrđuju otisci koje mozak ostavlja na unutrašnjoj površini lobanjskih kostiju, prefrontalni, parijetalni i temporalni režnjevi, i posebno asocijativne zone, imali su veću korist od tog porasta, dok je okcipitalni režanj težio da se relativno povuče. Isto je tako značajno i pojačavanje cirkulacije, dakle drenaže mozga, u nivou moždanih ovojnica, što potvrđuje veća gustina otisaka krvnih sudova na unutrašnjoj površini lobanje. Kako je, sve u svemu, gustina neurona od površine ka dubini mozga kod svih primata ista, sve se dogodilo kao da se filogeneza ljudskog mozga sastojala u postupnom dodavanju neuronskih modula.

Varijabilnost unutarlobanjske zapremine je upadljiva. Na početku hominizacije mala, danas je stekla znatne razmere jer, u odnosu na podjednake intelektualne rezultate, zapremina mozga može varirati od jedan do dva puta. Sviftov (Swift) mozak je, na primer, imao zapreminu od 2.000 cm^3, a mozak Anatola Fransa (Anatole France) samo 1.000 cm^3. Ovo dovodi do pretpostavke da je ili neuronska redundancija posebno značajna kod savremenog čoveka, ili da je kvalitet moždanog tkiva isto toliko značajan, ako ne i značajniji, kao i kvantitet. Kao dokaz za ovo poslužiće mi činjenica da nema pravilne korespondencije između unutarlobanjske zapremine i kvaliteta umešnosti fosilnih ljudi. U svakom slučaju, sigurno je da bipedija nije bila direktan i trenutni uzrok povećanja unutarloba-

njske zapremine, budući da joj je umnogome prethodila. Kao što sam rekao, esencijalni uzrok ovog procesa, jedinstvenog po brzini svoje evolucije, treba tražiti na strani neotenije koja je, smanjujući facijalni masiv i usporavajući spajanje lobanjskih koštanih elemenata, dozvolila mozgu da se razvija dugo po rođenju, posebno pod dejstvom stimulacija prouzrokovanih svim učenjima nužnim za prenošenje kulturnih tekovina. Jer ne treba zaboraviti da mozak direktno morfogenetski deluje na lobanju.

3

HOMINIZACIJA I SEKSUALNOST

Pošto sam analizirao osnovne fiziološke promene koje su vrlo verovatno označile tok hominizacije, hteo bih da tačno odredim kako su usporavanje rasta i, posebno, uspostavljanje bipedije imali duboke posledice na seksualnost čoveka. Filogenetski posmatrano, prvi događaj predstavlja reprodukcija, prvo jednostavnom deobom jednoćelijskih bića, bez polnog diferenciranja, potom fuzijom gameta jedinki oba pola, od kojih je jedan ženski a drugi muški. Shematski gledano, sve do pojave čoveka, seksualnost i reprodukcija su skoro izmešane; kao posledicu nepodudaranja neuropsihičke seksualizacije i kasnog sazrevanja gonada koje je nužno za reprodukciju, hominizacija uvodi mogućnost razdvajanja reprodukcije i seksualnosti koja se onda može manifestovati izvan domena reprodukcije, drugim rečima, u domenu psihizma i ponašanja, odakle potiče duboki poremećaj odnosa među polovima i odnosa između roditelja i dece.

U ovom poglavlju postupno ću razmotriti specifičnost seksualnih odnosa između muškarca i žene, kao i njihove posledice na srodstvo i dovođenje na vlast očinstva. Slediće razmatranja "strašne tajne" u vezi sa zabranom incesta i potčinjavanja žene muškarcu. Ova četiri ljudska problema, koja spadaju među najznačajnije, biće razmatrana na osnovu podataka koje je pružilo posmatranje životinja i, naročito, prehominidnih primata.

SPECIFIČNOST LJUDSKE SEKSUALNOSTI

Čovekovu seksualnost ću razmatrati samo na genitalnom nivou, na kome je ona velikim delom posledica bipedije, čiji je uticaj na čovekovu seksualnost, izuzimajući Morisa (Morris, 1967), retko sagledavan. Zato ću sebi dati pravo da na njima insistiram i da iznesem neke lične hipoteze. Bipedija je, naime, od čoveka načinila prvu životinju ne samo polno određenu već "seksualnu", a seksualnost je jedan od kamena temeljaca hominizacije. Ona je, prvo iz banalnih geometrijskih razloga, radikalno poremetila odnose među polovima. Kod četvoronožnih sisara, manje ili više pokrivenih dlakom, ventralni položaj polnih organa mužjaka, često između butina, velikim delom ih sakriva i čini u maloj meri povredivim u borbama. Kod ženke, zauzvrat, vulva je lako dostupna i ponekad, u nedostatku repa, u velikoj meri otkrivena, posebno kod antropoidnih majmuna. U takvim uslovima seksualno ponašanje mužjaka započinje estrusom[1] ženke, koji kod mužjaka izaziva

[1] Estrus je skup fenomena koji prate ovulaciju kod sisara. Kod šimpanza, na primer, on traje desetak dana i osim specifič-

složene mirisne i vidne nadražaje. Kod nehominidnih primata se, uostalom, primećuje težnja ka zameni mirisnih nadražaja vidnim nadražajima[2]. Čim je kod četvoronožnih sisara ženka u estrusu, mužjak joj se približava i njuši je. Ona često počinje da se udaljava ili čak da se pomalo ponaša kolebljivo, pa i agresivno; potom pušta da je mužjak opaše i da prodre, praveći pri tom ponekad po neki korak. Njena vidljiva pasivnost i nezainteresovanost u suprotnosti su sa uznemirenošću i uzbuđenjem njenog partnera. Posle koitusa, ona se udaljava kao da se ništa nije dogodilo.

Kod primata se, kao što su pokazala najnovija proučavanja, sve odvija sasvim drukčije. Kod njih je situacija složenija nego kod drugih sisara. Njihova seksualna aktivnost po nekim odlikama već najavljuje seksualnu aktivnost ljudi. Odlikuje se velikom raznolikošću izražavanja. Što su vrste bliže rodu *Homo*, ona je bogatija i prilagodljivija, velikim delom zaviseći od tipa socijalne organizacije: monogami parovi (18% vrsta), grupe sa većim brojem mužjaka, haremi, itd. Ne ulazeći u detalje koje su terenski primatolozi izneli[3], može se reći da seksualna receptivnost

nog mirisa manifestuje se znatnom otečenošću vulvalne oblasti. Ali kod primata nije stalan. Nema ga kod nekih majmuna, kao ni u našoj vrsti; ovulaciju žene muškarac najčešće ne primećuje.

[2] Čulo mirisa je najelementarnije od svih čula jer nadražaje prima direktno primarni neuron, bez posredstva čulnog receptora. Dok je mirisna informacija jednostavna i direktna, vidna informacija, naprotiv, trpi mnogo složeniju obradu. Opšte je poznato da je miris od mnogo manjeg značaja kod čoveka nego kod drugih sisara, premda hipotezu o nesvesnom delovanju feromona ne treba isključiti.

[3] Blaffer Hrdy, 1981.

ženki uopšte nije ciklična, drugim rečima povezana sa ovulacijom, i da je njihova seksualna aktivnost obično značajna, često praćena začetkom orgazma. Neke vrste (babun, šimpanzo, na primer) u vreme estrusa imaju *cikličnu seksualnu aktivnost; kod onih kod kojih estrusa nema* aktivnost je neciklična. Između ove dve krajnosti primećuju se sve prelazne forme. Bilo kako bilo, treba znati da već kod primata seksualnost počinje da se odvaja od svog početnog cilja, reprodukcije. Ne predstavlja izuzetak, čak ni u prirodnoj sredini, postojanje kopulacije izvan ovulativnog perioda — kod cikličnih vrsta — štaviše, i tokom trudnoće. U svim slučajevima ženka je ta koja je pokretač, koja odlučuje o broju sparivanja i koja bira svoje partnere.

Obeležje seksualne aktivnosti koja nije obavezno reproduktivna treba dovesti u vezu sa njenim intenzitetom. Lavik–Gudol (1970), koji je godinama posmatrao čopore šimpanza, zabeležio je da ženka u estrusu dozvoljava da je opaše više mužjaka, prvo odraslih, potom adolescenata, i da među njima ne dolazi do borbe. Kod ove vrste, kopulacija traje deset do petnaest sekundi. Kod orangutana ona može trajati duže, a još kraće kod nekih makaka. Učestalost koitusa je isto tako promenljiva: maksimalna u čoporima sa više mužjaka, u kojima ženke imaju vrlo vidljiv estrus (*jedna ženka šimpanza po 30 do 50 tokom dana*), minimalna kod nekih vrsta sa stabilnim parovima; giboni mogu da ne kopuliraju dve do tri godine. U celini, međutim, seksualna aktivnost ženki primata je intenzivnija od one kod drugih sisara. Ona postavlja problem postojanja orgazma kod tih ženki. Doista, ženke nisu nezainteresovane tokom koitusa i ono što neki tumače kao začetak orga-

zma izražavaju "kopulatornim kricima", pokretima ruku, ponekad okretanjem pogleda u pravcu mužjaka. Ono što one stvarno osećaju tokom tih kratkih kopulacija zauvek će nam ostati nepoznato. Neciklično prihvatanje mužjaka i veoma iskazana seksualna aktivnost u svakom slučaju označavaju prelaz između seksualnosti drugih sisara i seksualnosti *Homo s. sapiens*-a, kod koga ona zauzima značajno i krajnje specifično mesto.

Ovo kratko podsećanje na seksualne odnose kod životinja dovoljno je da pokaže u čemu su seksualni odnosi kod ljudi sasvim drukčiji. Kao posledica uspostavljanja bipedije i nagosti, seksualni organi žene i muškarca nalaze se u jednoj novoj situaciji. U uspravnom položaju vulva se nalazi između butina i, dakle, izmiče pogledu i mirisnom opažanju, dok su penis i skrotum potpuno izloženi, postali su povredivi, što je kod prvih hominida moglo da stvori živo osećanje nesigurnosti. Podatak da, u nekim kulturama, pobednik odseca polni organ (penis i skrotum) sa leša neprijatelja, potvrđivao bi značaj koji čovek pridaje ranjivosti sopstvenih polnih organa. Zato je nesumnjivo da ona učestvuje u genezi onoga što je Frojd nazivao "strahom od kastracije".

Jednostavni prelazak sa tetrapedije isključivo na bipediju, promenom položaja polnih organa sigurno je izmenio, u uslovima koje samo možemo da zamišljamo, seksualno ponašanje i uslove njegovog pokretanja. Od tog trenutka eventualne periodične promene na vulvi i mirisi koje je odavala velikim delom izgubili su svoju privlačnu moć zbog veoma uzdignutog položaja glave; oni su, dakle, bili zamenjeni drugim nadražajima, koji su mogli biti samo vizuelni i, znači, stalni, vidljiviji kod žene zato što je njena koža glatkija od kože muškarca; to su pre svega doj-

ke, trougao ocrtan pubisnim dlakama, stražnjica, ali isto tako silueta i pogled. Možda je bilo potrebno sačekati dugu kulturnu evoluciju da bi ljudi posredstvom parfema ponovo otkrili privlačnu moć mirisnih nadražaja. Kao posledica neprekidnosti nadražaja, seksualni odnosi su postupno postali neperiodični, premda su, budući da je teško izbeći kontroli bioloških časovnika, sve do naših dana ostali intenzivniji u jesen i tokom ovulacije. Ova stalnost je, takođe, dovela do toga da žena više nije voljni ili nevoljni već isključivi inicijator reproduktivnog ponašanja. Ono je tako izgubilo svoje jedino fiziološko značenje da bi postalo izvor nežnosti, zadovoljstva i uzajamne privrženosti. Zahvaljujući stalnosti seksualne stimulacije, čovek je postao životinja koja ima najbogatiji seksualni život. Da li je to razlog što on, u poređenju sa drugim primatima[4], ima relativno najveći penis i manje semenike, čije su rezerve sperme manje? Ne može li se tu videti poreklo slučajnog karaktera oplođenja, jer u našoj vrsti svaka druga oplođena jajna ćelija spontano abortira na početku trudnoće. Može se, osim toga, pretpostaviti da su česti seksualni odnosi za sobom povukli trajne neuroendokrine modifikacije.

Sa gledišta hominizacije, međutim, najvažnijom mi izgleda zamena dorzo-ventralnog koitusa — *a tergo* ili *more ferarum* — koitusom trbuh o trbuh ili licem u lice, koji se, uostalom, može videti kod orangutana. Otuda je reproduktivni čin, namećući horizontalni položaj tela, drugim rečima položaj odmora i prepuštanja, uglavnom postao mnogo bogatiji, složeniji odnos, koji zahteva vreme i prili-

[4] Čovek je pri tom jedini primat koji nema penisnu kost.

ku za intimnu komunikaciju između dva bića koja se nalaze licem u lice. Pogledi govore, usne se sjedinjuje, ruke se miluju i stežu, šake obuhvataju tela. Ova harmonija odnosa pretvorila je seksualni čin u neiscrpni izvor različitih fizičkih i psihičkih zadovoljstava koja svoj vrhunac nalaze u orgazmu oba partnera. Ovo obogaćenje razmene moralo se tokom procesa hominizacije ostvarivati malo pomalo, sve dok nije dobilo oblik — bez sumnje posle pojave artikulisanog govora — koji mi poznajemo. Nenamerno, po sili same stvari, čovek je time ostvario svoju najlepšu i nesumnjivo najuzbudljiviju kreaciju. Ovaj oblik odnosa bio je bogat mogućnostima jer je napajao njegove fantazme, njegovu reč, pismo i sva likovna dela, praveći tako protivtežu njegovim pragmatičnim, kognitivnim i spekulativnim težnjama. Bio bi, dakle, zločin odgurnuti čoveka u animalitet posmatrajući u sjedinjenju polova samo njegovu reproduktivnu funkciju. Ne treba, međutim, suprotstaviti afektivno i seksualno kognitivnom, jer nikada nećemo znati kakvu ulogu je odigrao intelektualni razvoj u proširivanju ljubavnog života, dok sigurno znamo koliko je ljubavni život učestvovao u proširivanju kreativnosti čoveka.

Ono što u čovekovoj seksualnosti predstavlja kreaciju nije toliko pojava nekih novih elemenata, koliko kombinacija, fuzija u jednu jedinu i istu sekvencu dve serije ponašanja koje su kod svake druge vrste razdvojene: ponašanja koja teže reprodukciji i ponašanja koja izražavaju privrženost i nežnost. Kod sisara, sa izuzetkom primata, ove dve serije su odista razdvojene, budući da nežna i privržena ponašanja predstavljaju svojstvo odnosa majke prema mladima. Kod ne–humanih primata ova poslednja ponašanja ponekad, ali diskretno, mogu obogatiti seksualne odnose odraslih nekim retkim gestovima, po pravilu re-

zervisanim za mlade. Lavik-Gudol (1970) je zaista opisao one majke šimpanza koje svoje odojče gledaju u oči, miluju ga, pažljivo ga ljube po čitavom telu, sve do dlanova na rukama. Neke čak miluju polni organ svog mladunca, ženke ili mužjaka, idući sve dotle da uzimaju penis u usta. Takvi gestovi, takvo bogatstvo i intenzitet u odnosima među odraslima, otkrivaju se samo u našoj vrsti, kod koje se nežna ponašanja roditelja prema deci udružuju sa reproduktivnim ponašanjem. Pretpostavljam da je ovu kombinaciju prouzrokovao položaj licem u lice pri seksualnom opštenju, nametnut bipedijom, pri čemu se oponaša odnos licem u lice između majke i deteta, primećen kod majmuna. Ovo sjedinjavanje često nije ograničeno na odnose među odraslima; ono se proširilo na odnose roditelja prema deci i, u manjoj ili većoj meri, "erotizovalo" ih je. U nekim krajevima je, na primer, uobičajeno da majka ili dojkinja sisa penis muške bebe da bi je uspavala. Ova erotizacija, u praksi odgajanja dece obično diskretna, dovodi do posledica koje ćemo pokazati.

Značajno obogaćenje seksualnosti kod ljudi dokazuje da je čovek zaista najseksualnija od svih polno određenih životinja. Uostalom, tvm prvih grafičkih figurativnih prikaza kojima raspolažemo jeste podela živih bića na mužjake i ženke. Čitava paleolitska umetnost, koja se prostire na 20.000 godina, od 30.000 do oko 10.000 godina pre naše ere, nije ništa drugo do prikazivanje seksualnog dvojstva. Muškarac, žena i njihovi polni organi predstavljeni su na figurativan ili, češće, apstraktan način, a životinjske vrste su klasirane na muške i ženske vrste. Goveda su ženske vrste, konj, kozorog i jelen su muške vrste. To je navelo Leroa-Gurana (1965) da kaže kako čitav sistem ove

umetnosti "počiva na smeni, komplementarnosti ili antagonizmu muških i ženskih vrednosti" (str. 120, 2. izd.). Ali, ova umetnost je krajnje stidljiva jer polni organi ljudi i životinja retko su predstavljeni na realističan način, a seksualnog čina nikada nema, izuzev u jednom slučaju[5].

SRODSTVO I OČINSTVO KOD LJUDI

Srodstvo i očinstvo, stvarajući između životinje i nas apsolutni prekid, radikalnu razliku, dugo su predstavljani kao specifične funkcije naše vrste. No, u toj smo meri ukorenjeni u sopstvenu istoriju, kao i u istoriju života, da je i tu bilo isto toliko izmišljanja novih kombinacija koliko i stvaranja *ex nihilo* novih struktura. Da je sistem srodništva ljudska kreacija, kako to ističe Levi-Stros (1949), niko ne može opovrgnuti. Međutim, jedna takva tvrdnja suviše često zanemaruje radove poput onih R. Foksa (Fox, 1975), koji je pokazao da su temelji ovog sistema već grubo postavljeni kod životinja, a posebno kod majmuna. Po njemu, sistem srodništva prvo teži da uspostavi i odredi *porodičnu liniju* i *srodstvo*. Drukčije rečeno, jedan celovit sistem omogućava da se zna koje je dete čije, ko se sa kim pari i, sledstveno tome, omogućava da se razlikuju linije srodstva. Čak ni kod prehominidnih primata nikakva socijalna organizacija ne ispunjava ni jednu ni drugu od ovih funkcija, kao da su one nepomirljive. Jedino čovek, zahvaljujući govoru, ne samo što je znao da ih strogo i tačno kombinuje, nego i da ih razgrana, na takav način učini složenim da svako biva postavljen u svoju grupu i upravljen ka njoj, da svako zna odakle dolazi, kuda ne treba da ide i

[5] Begouën i Clottes, 1984.

kakva će približno biti njegova bračna i porodična sudbina.

U *jednomužjačkoj grupi* majmuna sparivanje je stožer socijalne organizacije. Mužjak se sparuje sa više ženki, ali čim on umre ili ga istisne neki drugi mužjak, grupa se raspada. Čak se događa da, menjajući mužjaka, ženka rizikuje da vidi kako njene mladunce ubija novi gospodar. Ova organizacija, koja podseća na patrijarhat, teži da osigura relativno stabilno *srodstvo između seksualnih partnera.*

U *mnogomužjačko-mnogoženačkoj grupi* (šimpanzi, gorile, makaki, itd.), ženka je stožer srodničkog sistema, ali je taj sistem nepotpun. Sve ženke pripadaju svim mužjacima. Nema *srodstva*, ali je, za uzvrat, *porodična linija* čvrsto uspostavljena, ona je matrijarhatnog tipa. Linije srodstva, naime, uspostavljaju majčinski potomci, bilo kog da su pola. Oni ujedinjuju veći broj generacija, tri pa čak i više. Njihovi članovi međusobno uspostavljaju privilegovane odnose (zajednička ishrana, glađenje krzna, igre), različite od onih koje imaju sa jedinkama koje ne pripadaju liniji srodstva, koja predstavlja najčvršću i najtrajniju strukturu grupe. Između starih ženki uspostavlja se hijerarhija koja određuje hijerarhiju linija srodstava. Što je jedna linija srodstva dominantnija, to su njeni članovi jedinstveniji i bolje se brane od pretnji stranaca. Mužjaci se, sa svoje strane, takođe hijerarhijski organizuju, ali se dve hijerarhije ne kose premda hijerarhijski položaj mužjaci nasleđuju uglavnom od majke. Jedna takva organizacija odmah podseća na matrijarhat; njena funkcija je da se osigura porodična linija i stalnost veza između potomaka jedne iste ženke. Srodstva nema.

Monogame grupe[6] ujedinjuju srodstvo i porodičnu liniju, ali ih odsustvo nominacije članova porodice radikalno razlikuje od ljudskih društava.

Jedino su *Homo s. sapiens* i, možda, njegovi prethodnici koji su pripadali rodu *Homo*, znali da u jedan isti sistem kombinuju srodstvo i porodičnu liniju, praveći beskrajne varijacije ove kombinacije; posledica toga je smanjenje tenzija u okviru grupe. Poštovanje matrilinearnog principa pruža privilegovano mesto ženki, koja vlada celom svojom linijom srodstva, dok poštovanje poligamije ističe mužjaka, uz osiguravanje stabilnosti srodstva. Foks zaključuje da temelji sistema srodništva kod ljudi nisu kulturni nego biološki. Ono što je kulturno, to su varijacije dveju fundamentalnih bioloških tema seksualnog spajanja (srodstvo) i potomstva (porodična linija), koje je čovek razradio, čemu treba dodati glavnu inovaciju, nominaciju. Glavnu posledicu sistema kod ljudi predstavlja definitivna strukturacija očinske funkcije začete kod drugih primata. Zaista je u jednomužjačkim grupama postojao jedan "otac", ali se on više interesovao za svoje ženke nego za mladunce; u mnogomužjačkim grupama zaštitu mladunaca delom su osiguravali mužjaci koji su, ne mogući da budu u položaju oca, bili samo srodnici. Nije nemogućno da su se, kao što sugeriše Foks (1975), tokom hominizacije smenjivali različiti sistemi srodništva: prvo matrilinearno srodništvo, sa seksualnim promiskuitetom, potom patrilinearna porodična linija, koju je izmislio čovek.

[6] Razlika između tri socijalne strukture (mnogomužjačke, mnogomužjačko-mnogoženačke, monogame) nije apsolutna, jer se one ponekad mogu udružiti, ali u grupi primata uvek postoji glavni tip.

Intervencija oca u odnosu na mlade ne predstavlja isključivo svojstvo naše vrste, ona se može videti kod drugih životinjskih vrsta. Dok kod ptica, kod kojih je 90% vrsta monogamno, mužjak isto tako aktivno kao ženka učestvuje u hranjenju i podizanju mladunaca, kod sisara, kod kojih je samo 4% vrsta monogamo, mužjak ne pomaže mnogo ženki u podizanju mladunaca, izuzimajući majmune kod kojih, kao što podseća Blefer Herdi (Blaffer Herdy, 1981), ima 18% monogamih vrsta. Kod njih mužjak interveniše da bi zaštitio neke ženke i njihove mlade. On čak ponekad nosi mladunce, posebno kod monogamih vrsta kod kojih se dešava da mužjak sopstvenu hranu deli sa njima. Ovakve intervencije mužjaka mogu da idu vrlo daleko. Tako je jedan posmatrač video hamadrijas-babuna kako pomaže ženki da se porodi, a jedan drugi mužjaka gorile kako zamenjuje mrtvu majku. Ova zainteresovanost mužjaka za mlade nesumnjivo je u vezi sa njihovom maksimalnom zavisnošću od odraslih, naročito od majke, zavisnošću koja je sasvim specifična za primate. Mladi mužjak šimpanza, na primer, majku konačno napušta tek kada dostigne starost od deset godina, a mlada ženka sa njom ostaje još duže. Neki autori misle da je učešće mužjaka u podizanju mladunaca igralo ulogu u hominizaciji, najavljujući odlučujući događaj koji je predstavljala njegova promena od onog koji učestvuje u reprodukciji u onog ko je otac.

Učvršćivanju veze između žene i muškarca i trajnom karakteru te veze kod ljudi doprineli su veoma dugotrajno detinjstvo, stabilnost sistema srodništva, značaj seksualnosti, seksualna podela rada. Tako je, u nama nepoznatoj epohi, rođena porodica — monogama ili poligama — a

samim tim i otac[7]. Ovaj događaj, koji prema Atlanu (1979) priroda nije predvidela, na duševni život čoveka mogao je imati usložnjavajući samoorganizatorski efekat. Pre pojave oca, samo je jedan par, majka i dete, zaista odnosio prevagu. Sve se posle toga menja. Dete gubi vezu koja je povlašćena i skoro isključiva, ali koja, kada duže traje, nije mnogo stimulativna za njegov psihički razvoj. Od tada neko stalno štiti majku i umeće se između nje i deteta. Otac i majka obrazuju par što i jednom i drugom pruža zadovoljstvo i sigurnost. Ova promena u odnosu između žene i muškarca predstavljala je odlučujući faktor za dete, koje je moralo da se zadovolji manje isključivom vezom i čak da se suoči sa privremenim razdvajanjima. Ono je, prilagođavajući se toj novoj situaciji, razvilo sopstvene sposobnosti autonomizacije, sve do sposobnosti preživljavanja u produženom odsustvu majke, ako ne i pri njenom konačnom gubitku, prihvatajući zamenu majke. Nisu svi šimpanzi sposobni za jedan takav podvig. Lavik -Gudol (1970) izveštava o slučaju jednog mladunca koji, premda star pet godina, nije preživeo smrt svoje majke. Ako zaštitnička uloga mužjaka u odnosu na majku i mlade kod životinja već postoji, njegova funckija razdvajanja, nužna za psihički napredak, zaista je svojstvena čoveku.

INSTITUCIJA ZABRANE INCESTA

Zabrana incesta predstavlja težak problem i nije slučajno to što u vezi sa njim Levi-Stros (1949) govori o "strašnoj tajni". Prema njemu, naime, svako univerzalno ponašanje može se pripisati "prirodi"; no, zabrana incesta

---

[7] Čak u vrlo retkim slučajevima poliandrije, samo jedan muškarac preuzima očinsku funkciju.

je izrazito kulturna činjenica jer predstavlja vrstu zakona; *ali, ona je istovremeno i univerzalna. A ako zakon pre* svega zabranjuje želje, one zaista moraju postojati pre njega.

Kako je u tom domenu dijahronička perspektiva potpuno zatvorena, problem je najbolje razmotriti iz perspektive životinjskog sveta. Izgleda da u životinjskom carstvu, čak i kod nekih beskičmenjaka, incest zaista biva izbegnut. To izbegavanje je, međutim, naročito jasno kod kičmenjaka. Kod nižih vrsta u igru su uključeni mehanizmi prepoznavanja, naročito genetičkog porekla. Kod nekih vrsta žaba i žaba krastača, punoglavci i odrasli prepoznaju članove svoje porodice zahvaljujući hemijskim porukama[8]. Izbegavanje incesta kod glodara ostvaruje se pre*poznavanjem mirisa koji na prvom* mestu zavisi od gena koji pripadaju glavnom kompleksu histokompatibilnosti (GKH). Mužjaci miševa pare se samo sa ženkama koje imaju GKH koji se razlikuje od njihovog, koje, dakle, imaju različit miris. Verovatno da ovaj mehanizam takođe posreduje kod svih sisara koji imaju razvijeno čulo mirisa a možda... i kod čoveka[9]. Kod viših vrsta, međutim, u igru su uključeni naročito psihosocijalni mehanizmi.

Bišofu (Bischof, 1975) i Depitu (Deputte, 1987), čiju dokumentaciju koristimo, dugujemo veoma izoštrenu sliku problema izbegavanja i inhibicije kod životinje, posebno kod sisara, izbegavanja i inhibicije koji vrlo dobro objašnjavaju neobičan karakter krvnog srodstva kod viših životinja. Priroda je našla mnogostruka rešenja da bi in-

[8] Blaustein i O'Hara, 1986.
[9] Beauchamp i sarad., 1985.

cest kod njih bio izbegnut. Socijalne strukture sisara su mnogobrojne; Bišof nabraja šest, ali za sprečavanje incesta postoje samo dva glavna mehanizma, promenljiva zavisno od vrsta: raspadanje porodice pre seksualne zrelosti mladih i sprečavanje svake incestuozne seksualnosti kod jedinki koje posle puberteta ostaju u porodici. Porodica se može raspasti tako što stranci otimaju adolescente, kao i tako što dominantni odrasli odbacuju adolescente. Seksualna represija može se izraziti na mnogobrojne načine, bilo putem pretnji dominantnih jedinki onima koje incest privlači, bilo tako što jedinka ka kojoj je želja upravljena to odbacuje, bilo potpunim ili delimičnim ugušivanjem seksualnog podsticaja (psihološka kastracija), bilo, najzad, seksualnom inhibicijom među jedinkama koje su u ranom detinjstvu bile bliske. Životinji koja trpi ove mehanizme izbegavanja i inhibicije u tim uslovima ostaju samo tri mogućnosti. U periodu koji sledi detinjstvu, kao i u zrelom dobu ona može odabrati partnere istog pola, živeti usamljeno na svojoj sopstvenoj teritoriji, ili se može udružiti sa jedinkama suprotnog pola koje joj nisu porodično bliske.

Bilo koji da je mehanizam na delu, zaista izgleda da je seksualno ponašanje uvek manje ili više inhibirano prisustvom jedinki (roditelja, braće i sestara) koje su bile bliske u detinjstvu. Postoje, međutim, izveštaji o izuzecima. U jednomužjačkim grupama primata inhibicija naročito igra ulogu u odnosima majka-sin (1 do 5% izuzetaka, prema različitim autorima). Kada se neki mužjak pari sa svojom majkom, uvek je reč o prolaznim koitusima, bez nastavka, glađenja ili ispitivanja vulve, koji se ograničavaju na prvu reproduktivnu sezonu. Fosi (1983), koji je proveo trinaest godina proučavajući gorile, jednom je video starog mužjaka kako se pari sa kćerkom, dok se sa majkama mužjaci

nikada ne pare. Homoseksualne veze su, međutim, dva puta češće kod mužjaka nego kod ženki; ali, uvek su odrasli ti koji podstiču nezrele. Što se masturbacije tiče, ona je primećena samo jednom kod jednog mužjaka. Ukoliko odrasli kojim slučajem imaju seksualne odnose sa mladima, to je nesumnjivo uvek povezano sa činjenicom da ovi u detinjstvu nisu bili bliski sa inicijatorom. Sadašnji glavni etološki podaci o izbegavanju incesta kod primata mogu se sažeto izložiti na sledeći način:

1) egzogamija predstavlja pravilo;
2) ponašanjima privrženosti koja približavaju mladunce majci u ranom detinjstvu slede vrlo efikasna ponašanja razdvajanja;
3) seksualna ponašanja između odraslih i mladih treba *posmatrati kao sredstva socijalizacije*;
4) ženke su te koje po pravilu biraju mužjake, čak i u jednomužjačkim grupama;
5) u jednomužjačkim grupama odvojeni su samo mladi mužjaci; u mnogomužjačko–mnogoženačkim grupama čas su mlade ženke te koje odlaze, čas mladi mužjaci; u monogamim grupama majka odbija kćerku, a otac sina.

Opšte je, uostalom, poznato da pripitomljavanje i zatočeništvo imaju efekat slabljenja mehanizama izbegavanja incesta. Ako je kod slobodnih divljih životinja incest izuzetak, odakle potiče bajka o incestu kod životinja koja se pripisuje Diogenu? Ona može poticati samo od preteranog uopštavanja rezultata posmatranja domaćih životinja ili životinja u zatočeništvu. Mehanizmi izbegavanja i inhibicije incesta kod životinje mogu biti samo biološki determinisani. Duboka i krajnja konačnost neprisustva inhibicije u prirodi i, dakle, krvnog srodstva, predstavlja održa-

vanje, štaviše povećanje genetičkog varijabiliteta, uslov adaptivne plastičnosti bez koje ni jedna vrsta ne bi mogla preživeti.

Kad je reč o čoveku, prvo se postavlja pitanje da li kod njega funkcionišu isti mehanizmi izbegavanja incesta i inhibicije incestuoznih želja. U nekim kulturama postoji ritualno odstranjivanje dečaka — ređe devojčica — iz porodičnog kruga. Dečaci od osam do deset godina bivaju otrgnuti od svojih roditelja da bi bili smešteni u "mušku sobu". Na Zapadu vlastelinski sinovi istog starosnog doba su u srednjem veku slati u drugu vlastelinsku porodicu da bi u njoj usavršili svoje vaspitanje. Čak se dešavalo da ih njihova porodica više ne primi. Želju za samostalnošću, koja je nekada gonila dečake da napuste svoju porodicu tokom pubertetskog sazrevanja, u današnje vreme obično koče ekonomski imperativi i nužnost nastavka studija.

Mehanizmi represije incestuoznih želja predstavljali su predmet specifičnih proučavanja. Na Tajvanu postoje dva tipa braka. U prvom slučaju supružnici se upoznaju tek u zrelom dobu i njihova zajednica onda postavlja iste probleme kao i u zapadnom svetu. U drugom slučaju deca su, u cilju sklapanja braka, podizana zajedno. Ovakav tip zajednice, koji mladi danas ne cene mnogo, imao je često katastrofalne rezultate. Par bi se tada razdvajao zbog preljube, konkubinata ili zbog odlaženja partnera prostitutkama. Inhibitorni efekat porodičnih odnosa u detinjstvu, a posebno odnosa materinstva, u našoj kulturi potvrđen je činjenicom da je incest majka–sin nemerljivo ređi od incesta otac–kćerka. U nekim kibucima u kojima su deca oba pola odgajana zajedno, mehanizam represije skoro incestuozne seksualnosti predstavljen je odbacivanjem dečaka od strane devojčice. Tokom detinjstva dečaci i devojčice

spavaju u istoj spavaonici i posvećuju se heteroseksualnim igrama koje odrasli ne zabranjuju. Kada dostignu starost od oko 12 godina, devojčice pokazuju da se ustručavaju pred dečacima, odbijaju da se sa njima kupaju, odbijaju njihove ponude i okreću se ka dečacima koji se nalaze izvan grupe. Između dečaka i devojčica koji su bili odgajani zajedno nema, uostalom, ni seksualnih odnosa niti braka. Poslednji mehanizam zapažen u našoj kulturi, predstavlja izbor celibata, usamljeničkog života. Jedna anketa u Švajcarskoj, koja se odnosila na sveštenike i njihove majke, otkrila je da u velikoj srazmeri ovi ljudi svedoče o izuzetnoj privrženosti majci. U ljudskoj vrsti je, dakle, moguće naći bar deo mehanizama koji su na delu kod životinje.

Ako su, dakle, neki mehanizmi izbegavanja i inhibicije, bar potencijalno, uvek efikasni kod čoveka, zašto ustano-vljavati zakon — koji u francuskom Ustavu nije kao takav formulisan — koji zabranjuje incest? Mogući su mnogo-brojni odgovori koji jedni druge ne isključuju. Može se zamisliti, ali to je malo verovatno, da je čovek, postavši svestan prirodne inhibicije i svojih incestuoznih želja, mehanizam izbegavanja i inhibicije popeo na stepen zakona. Više, dakle, nije zabranjeno pretpostaviti kako naša vrsta funkcioniše poput životinja, kod kojih pretnja dominantnih jedinki suzbija incestuoznu seksualnost, i da je ta individualna i pravovremena pretnja proistekla iz univerzalnog i stalnog zakona. Pre mi izgleda da duboke motive zabrane incesta treba tražiti u samoj istoriji hominizacije, u promenama koje su označile njene etape, od kojih su najznačajnije predstavljale prepreku mehanizmu izbegavanja putem raspadanja porodice i mehanizmu inhibicije putem represije incestuozne seksualnosti u okrilju

porodice. Videli smo, s jedne strane, u kojoj su meri usporavanje rasta i prevremeno rođenje produžili detinjstvo i nezrelost i, sledstveno tome, održali i učvrstili veze privrženosti koje ujedinjuju majku i dete, naročito kada nema razdvajajuće funkcije oca. S druge strane, pokazao sam kako je bipedija, remeteći prirodu seksualnih odnosa, indirektno izazvala fuziju dve serije do tada nezavisnih ponašanja, nežnih ponašanja privrženosti i reproduktivnih ponašanja, koja su, sa adaptivnog stanovišta, bila efikasnija kada su bila razdvojena. Kada se između odraslih ova fuzija jednom ostvarila, odnos prema deci se erotizovao, isto tako kao što su se seksualni odnosi obogatili tom privrženošću koja je nekada služila samo održavanju odnosa između majke i deteta, onoliko bliskog koliko je to bilo moguće, jedino u cilju zaštite. Najzad, česta sklonost majki prema sinovima, povezana sa veoma dugom zavisnošću na koju su deca prinuđena, takođe je igrala ulogu u uspostavljanju "Edipovog kompleksa" kod čoveka.

Sve je, dakle, doprinosilo učvršćavanju incestuoznih želja deteta. Moglo bi se, uprkos svemu, pomisliti kako je dvofazno uspostavljanje seksualnosti, usklađujući sazrevanje polnih žlezda i staturo–ponderalno rastenje ovome bilo prepreka. Uopšte nije bilo tako, jer je prva hormonska kriza, ona u neonatalnom periodu, seksualizujući duševni život, premda na nezavisan način, delovala u istom smeru kao i učvršćivanje privrženosti. Genitalna nezrelost se nije, dakle, mogla suprotstaviti incestuoznim željama. Onda je, kao prepreka incestu, jedino ostalo da otac, koji je privržen isključivo majci, za najveće dobro deteta, igra razdvajajuću ulogu. Da je ova prepreka bila dovoljna, proglašavanje zakona verovatno ne bi bilo nužno. Ali, to nije moglo biti dovoljno za istovremeno suzbi-

janje snažne želje deteta i erotizovano i zavodljivo ponašanje roditelja. Nužno je, dakle, bilo da se pribegne zakonu. Bez njega bi incestuozne želje bile jače od svih mehanizama izbegavanja i inhibicije, već oslabljenih porodičnom stabilnošću. Genetička varijabilnost bi se poremetila, vrsta bi izgubila svoju adaptivnu moć, potom bi se ugasila. A neki genetičari, poput Ležena (Lejeune, 1968) i Gručija (1981), pretpostavljaju, međutim, da je čovečanstvo zasnovano na incestuoznom paru, "pravim Adamom i Evom, nosiocima istog hromozomskog preuređenja". Zasnivački incest koji ne bi bilo moguće obnoviti.

Dobro ću se čuvati da ne kažem kako je "strašna tajna" danas manje duboka. Bar ću pokušati da je razjasnim. Verujem da, ukoliko je zabrana incesta univerzalna, to je zato što je utemeljena u prirodi, ali ona je i kulturna, zato što svoj razlog postojanja nalazi u nekim promenama koje su pratile hominizaciju, posebno nove uslove odgajanja i vaspitavanja dece, promene i uslove koji se kod životinje ne primećuju. Zabrana incesta zaista predstavlja, kao što je rekao Levi-Stros, ostvarenje jednog novog poretka, ali ona zato nije manje posledica, svedok i oznaka bioloških poremećaja i poremećaja ponašanja koji su prethodili rađanju čovečanstva.

Otuda se mitski, nestvaran i egzemplaran karakter Edipove drame daleko bolje shvata. Ka njegovoj pomajci, Peribeji, ženi Poliba kralja korintskog, morale su se okrenuti njegove incestuozne želje, a dokaz je to što je on, nesvesno, da bi im izbegao, bez valjanog razloga pobegao sa dvora svoga poočima (mehanizam izbegavanja raspadom porodice). To što je Edip ubio svog oca bilo je slučajno, bez namere, a svojom majkom se nije oženio zato što ju je

želeo, već zato što su mu je Tebanci, ili, prema jednoj drugoj verziji, Kreont, poklonili. Mit je, dakle, konstruisan u cilju sakrivanja incestuoznih želja, uz dozvoljavanje njihovog ostvarenja. Da li je Edip u tim uslovima počinio incest? I da i ne. Da, jer je to zaista bila njegova biološka majka; ne, zato što ona nije bila majka koja ga je odgajila, ona koju dečak želi i koja zbog nesvesnih bioloških mehanizama inhibira njegove incestuozne želje. Legenda je, sve u svemu, učinila da se on ponaša poput šimpanza koji se, razdvojen od majke od rođenja, podizan od pomajke, pari sa prvom, ali ne i sa drugom.

Jedan kavkaski ritual poslužiće mi kao poslednja ilustracija. Kod Svana, ako javno govorkanje nagoveštava da neka supruga ima grešne odnose sa nekim mladim čovekom, muž ga poziva na obred koji je praćen obilnim libacijama, u toku koga mladi čovek treba da sisa "dojku osumnjičene supruge". Više od toga nije potrebno da bi sumnja u preljubu bila izbrisana, kao da je dojenje imalo moć inhibicije, zabrane svakog incestuoznog odnosa. Ljubavnicima je onda dozvoljeno da se slobodno viđaju, kao majka i sin (Charachidzé, 1983). Ovaj ritual pokazuje da je spontana inhibicija incesta kod životinje ostavila traga u kulturi.

U meri u kojoj se prohibicija incesta odnosi na ono što je najljudskije u čoveku, naime na seksualnost, ona je mogla imati samo duboke i trajne posledice na strukturiranje društava. Pravila srodništva, manje ili više složena, promenljiva zavisno od kultura, bila su izmišljana, što je zahtevalo značajnu misaonu pripremu i stvaranje simbola sposobnih da ih predstave, pri čemu ti simboli nisu, bar u početku, bili obavezno verbalne prirode. Promišljeno utemeljenje ovih pravila dovoljno je da pokaže po čemu se

ljudska društva radikalno razlikuju čak i od najsloženijih životinjskih društava, jer organizacija ovih poslednjih nikada ne proističe iz voljnog determinizma. Čak se ne može pretpostaviti da je zabrana incesta imala pozitivno povratno dejstvo na incestuozne želje, što je samo povećalo strogost srodničkih pravila. Pred ovim pojačanim prinudama neki, oni koji su najviše inhibirani, najmanje samostalni, morali su reagovati pooštravajući svoju seksualnu i psihičku inhibiciju, štaviše razvijajući neuroze i perverzije, dok su drugi u njima našli priliku za brži razvoj i najveće širenje svojih psihičkih sposobnosti. Nije čak isključeno da su sistemi srodništva i, dakle, zabrane incesta imali ulogu selektivnih prinuda, izdvajajući iz reprodukcije neke jedinke.

POTČINJAVANJE ŽENE MUŠKARCU

Ovo potčinjavanje, budući da se tiče odnosa među polovima, predstavlja jednu drugu posebnost ljudske vrste. Nema mesta sumnji da je u istorijskim vremenima ono imalo ozbiljne posledice na evoluciju čovečanstva, jer sve što nam je poznato o društvima lovaca-sakupljača dokazuje da u njima žene nisu bile tlačene, a da je njihova odlučujuća uloga u pribavljanju hrane i podizanju dece dovela do toga da su bile veoma uvažavane. Dakle, više je nego verovatno da se potčinjavanje žene nije pojavilo pre ustanovljenja sedentarnog života, ima od tada 10.000, pa i 20.000 godina. Prividno prihvaćeno tokom hiljada godina, ukoliko ga sada ne dovedu u pitanje feministički pokreti čija borbenost izgleda da se postepeno smanjuje. Iz veoma bogate literature mogu se pamtiti radovi Simon de Bovoar

(Simone de Beauvoir, 1949), Alzona (1978) i Blafera Herdija (1981).

Ne može se reći da su kod nehominidnih primata ženke podređene mužjacima. Nesumnjivo je da on dominira snagom, ali sa ženkom ne radi sve što bi hteo. Ona odlučuje o seksualnim odnosima, bira svoje partnere i pokazuje svoju moć nad mladuncima. U mnogomužjačko-mnogoženačkim grupama ona, štaviše, može biti šef prave linije srodstva i naslednicima preneti svoj hijerarhijski rang. Kod rezus-makaka ženka visokog ranga ima, između ostalog, više mladunaca, prva ostaje trudna i ranije odbija od sise mladunce, čiji je, uostalom, procenat preživljavanja veći. Hijerarhija, dakle, nije samo stvar mužjaka, ona postoji i kod ženki kod kojih zaista ima veći značaj. Najveća snaga mužjaka proističe iz seksualnog dimorfizma svojstvenog većini sisara. On je, međutim, ublažen kod monogamih vrsta majmuna, kod kojih ženke imaju privilegovan položaj. Ukratko, ženka primata nije samo roditeljka, ona je i kompetitivna i bori se sa rivalima da bi učvrstila svoju prevlast. Podređivanje žene nema, dakle, daleko životinjsko poreklo. Ni kod jedne vrste sisara ženka nije toliko podređena kao u našoj vrsti.

Nikada ništa nećemo saznati kakvi su bili odnosi među polovima kod *Australopithecus*-a i njegovih potomaka. Paleontologija nas, međutim, uči da je polni dimorfizam bio izraženiji u praskozorje čovečanstva nego danas, da je mužjak bio izrazito krupniji i snažniji od ženke. Kako postoji korelacija izmedu monogamije i malog polnog dimorfizma, može se pretpostaviti da su prve grupe ljudi bile mnogoženačke.

Značajan problem u kome neki vide osnovu potčinjavanja žene muškarcu jeste problem seksualne podele rada.

No, nije tako bilo. Prema klasičnom mišljenju, kod lovaca-sakupljača muškarac se bavi lovom a žena sakupljanjem koje, u toplim i vlažnim podnebljima, obezbeđuje sve do 70% hrane. Dugo su zapadni etnolozi ovu seksualnu podelu rada objašnjavali činjenicom što žena, prinuđena da nosi dete tokom i posle trudnoće, nije pokretljiva. Ocenjujući ovakvo gledište kao pojednostavljeno, A. Testar (1986) ga je doveo u pitanje. Postoje, naime, društva u kojima žene učestvuju u lovu, i druga, u kojima se muškarci bave sakupljanjem. Ali, do prolivanja krvi u lovu dovode samo oni koji koriste bacačko oružje (strele, koplja, itd.). Nije kriterijum pokretljivosti taj koji objašnjava seksualnu podelu rada, jer lov na krupnu divljač ne podrazumeva uvek kretanje, dok sakupljanje često zahteva prevaljivanje velikih razdaljina. Ova podela ne proističe iz prirodnih, bioloških faktora; ona je, pre svega, kulturnog porekla, to je ideološki fenomen. Nju određuje tabu oružja. Žena u lovu ne sme ni da koristi niti da dotakne bacačka oružja i oružja sa bodežom (noževe, koplja) koja dovode do prolivanja krvi, već samo toljagu, konopce, motke za rasterivanje... Muška oružja koja dotakne žena postaju neupotrebljiva; dodir sa menstrualnom krvlju čini ih neefikasnim. Fundamentalna ideja je, dakle, razdvajanje krvi žene od krvi životinje. Tabu kažnjava koliko lovca toliko i ženu, i čak one koji su prolili ljudsku krv, ubice, ratnike. On je proširen jer, pored životinjske krvi, odnosi se i na lov i aktivnosti koje se tiču proizvoda lova: na klanje, komadanje, pripremu koža. Od menstrualne krvi on se, isto tako, proteže na sve žene. Kao što kaže A. Testar, "ideologija, proširenom logikom koja joj je svojstvena, može da se izrazi u oblicima na izgled sasvim udaljenim od zna-

čajnog početnog jezgra koje predstavlja razdvajanje krvi" (str. 42).

Svaki pol ima tako svoj sopstveni domen aktivnosti, koji varira od jedne kulture do druge u zavisnosti od ekonomskih nužnosti. Kada biljaka ima u izobilju, žene mogu biti potpuno isključene iz lova, kao kod !Kunga. U hladnim predelima sa proređenom vegetacijom žene love, komadaju lovinu i obrađuju kože. Prave podele rada ima samo ako u ekonomiji postoji ravnoteža između lova i sakupljanja. Ono što razlikuje muškarca od žene nisu toliko lov i sakupljanje koliko priroda oružja, oruđa i gestova. Pri sakupljanju muškarci koriste oštra oruđa, penju se na drveće ili ga obaraju. Čvrste materijale muškarac udara *zamahom*, pravolinijski ili usmereno u jednu tačku, žene udaraju mekše materijale *odmereno*, dosta široko i rasplinuto.

Zaključak je da podela rada među polovima nije vezana za prirodne faktore nego za ekonomiju i, naročito, za ideologiju razdvajanja različitih krvi od zlokobnog karaktera ženske krvi. Ova ideologija krvi je neutralna, ona ne podrazumeva nikakvu inferiornost žene. Menstrualna krv je opasna, ona ima magijsku moć. U njoj je sadržana opasnost, a ne prljavština ili nečistoća kao u judeo-hrišćanskim kulturama. Činjenica što žene koriste oružja ili oruđa koja su manje efikasna ne znači da su one potčinjene. Čak bi se moglo reći da im porođajna krv ili menstrualna krv podaruju izvesnu moć.

To što mužjak svojom snagom nadvladava ženku kod svih vrsta sisara, ne objašnjava zašto je sedentarizovan muškarac udvostručio tu dominaciju podvlašćivanjem. Po nekima, moć muškarca svakako proističe iz njegove snage, ali naročito iz njegovih privilegija. On uživa veću slo-

bodu kretanja i veću seksualnu slobodu; on poseduje znanje i stekao je naviku da sebe nadmašuje osiguravajući zaštitu, vladajući i baveći se lovom i ratovanjem. Žena je potčinjena jer je slabija i sputana trudnoćama, dojenjima, podizanjem dece i održavanjem ognjišta. Jedan od najboljih načina da se pristupi problemu odnosa dominacije među polovima predstavlja proučavanje grobova, uslova u kojima su predstavnici i jednog i drugog pola bili sahranjivani. Kod poslednjih lovaca-sakupljača i kod prvih ratara zaista izgleda da su i muškarci i žene uživali isti status, i tek uvođenjem metalurgije i novih tehnika, kada su muškarci počeli da kontrolišu ekonomski život, oni stiču dominantan položaj a da se ne zna da li je već reč o potčinjavanju. Oblici muške dominacije variraju od jedne zemlje do druge, od jedne epohe do druge, međutim, niko nije primetio egalitistička društva ili, još manje, društva u kojima bi izražena moć žene, porodična i politička, bila veća od moći muškarca. Socijalna evolucija je, uostalom, uvek tekla od matrilinearnosti — što ne predstavlja mitski matrijarhat — ka patrilinearnosti, i od mnogoženstva, što dozvoljava ženama da se udruže protiv muškarca, ka monogamiji. Drukčije rečeno, uvek u smeru učvršćivanja moći muškarca.

Zašto se tako dobro utemeljena dominacija pretvorila u potčinjavanje? Zato što, odgovara Alzon (1978), status žene u (treba li precizirati?) sedentarnim društvima zavisi od statusa muškarca za koga se udaje, što nije slučaj kod majmuna. To je moguć odgovor, ali to danas više nije tačno, premda oslobođenje žene još nije postignuto. Lično mislim da to potčinjavanje proističe iz straha koji muškarac oseća pred ženskom seksualnošću, direktnim nasledni-

kom intenzivne seksualne aktivnosti ženki primata. On, dakle, treba da je kontroliše; otuda potiču izdvajanje žena, infibulacija, odstranjivanje klitorisa, ubijanje udovica, svojstveni nekim kulturama. U tom pogledu naš zapadni svet se ne razlikuje radikalno od drugih kulturnih oblasti. Tu su, u svakom slučaju, bezbrojni tekstovi, kako religijski tako i laički, koji potvrđuju strah muškarca pred ženom. Stari zavet, tekstovi apostola, zapisi crkvenih otaca i teologa, svi potvrđuju da žena mora slušati muškarca i da je za njega ona opasno, ako ne i smrtonosno stvorenje koga se po svaku cenu treba čuvati. Dovoljno će biti nekoliko citata: Solomon, u *Pričama* (31, 3), savetuje:

> "Ne daj krijeposti svoje ženama,
> ni putova svojih onima što satiru careve."

Nama bliži Vive (Vivès, 1542), humanista, osuđuje pohotu kod žene. Kod nje, "prekomernosti pohote imenuju se nepristojnijim i za veću su osudu..." (f°XIII). A malo dalje: " Bilo koju drugu vrlinu da u sebi nosi, ženu bije glas da je zla i poročna kada ne može da jedino blago koje je njenoj veri povereno i tolikim opomenama zapovеđeno sačuva", naime, svoju "nevinost" (*ibid.*). Flamanski pravnik iz doba renesanse Damuder (Damhoudère, 1554) ide tako daleko da piše kako je mužu u izvesnim okolnostima dozvoljeno da ubije ženu i njenog ljubavnika, kćerku i njenog ljubavnika, i žali što nije isto tako u Francuskoj, u kojoj se preljubnicama suviše mnogo prašta. Teolog Benedikti (Benedicti, 1583) kaže da se "u pogledu preljube, žene ogrešuju teže i pogibeljnije od ljudi..." (str. 177). I ovo je dovoljno da bi se pokazalo u kojoj meri je ženska seksualnost zastrašivala muškarce, koliko su je oni osuđivali i suzbijali.

Zašto su ljudi, počev od trenutka u kome je njihov život postao sedelački, počeli da zaziru od ženske seksualnosti, dok je seksualnost, zbog bipedije, već milionima godina prestala da bude periodična? Prelazak sa nomadizma na sedentarnost, kao što ćemo videti, potpuno je poremetio sudbinu čovečanstva. Pretpostavljam da je sedentarnost naročito poremetila ravnotežu odnosa među polovima. U nomadskom životu jedna ograničena grupa živi u zajednici i aktivnosti svakog poznate su svima; žena, štaviše, uživa visok status jer, zbog nesigurnosti lova, preživljavanje grupe pre svega zavisi od njene sakupljačke aktivnosti. Socijalna organizacija zajednice i uslovi života, najzad, dovode do toga da muškarci imaju smanjenu ekonomsku i političku moć. Nema socijalne hijerarhije niti podele rada, izuzev relativne podele prema polu, a pogotovo vojske, religijske institucije, grada ili države. Uspostavljanjem sedentarnosti, naprotiv, moći muškaraca se veoma proširuju. Kada su se ljudske grupe, sve mnogobrojnije, organizovale u gradove i države, muškarci su u njima preuzeli kontrolu. Da je, zbog stalnosti seksualne stimulacije, žena sačuvala mogućnost da muškarca drži u zavisnosti, njegove bi moći bile ugrožene. Trebalo je, dakle, da je on podredi, da je kontroliše i održava u uskim granicama njene seksualnosti da ne bi bio odvraćan od svojih profesionalnih, političkih i religijskih aktivnosti — onih domena koje je on rezervisao za sebe — zahvaljujući kojima je postepeno uspostavio i proširio svoju moć nad ženom. Uz to, osiguranje srodstva i porodične linije takođe je pretrpelo potčinjavanje žene čije telo skriva uznemirujuću tajnu reprodukcije i osigurava potomstvo. Videćemo, uostalom, da se muškarac nije zadovoljio potčinjavanjem, već da je nad njom i njenom de-

com vršio nasilja kakva se ne sreću ni kod jedne druge vrste.

Danas prisustvujemo pravoj revoluciji u odnosima među polovima i ne možemo predvideti kakve će biti njene posledice. Snagu će ubuduće zamenjivati inteligencija, sve je više žena koje rade van kuće i koje postupno osvajaju nove moći. Zahvaljujući kontracepciji, one sada imaju mogućnost da smanje terete materinstva. Nije nerazumno misliti da će ove promene prouzrokovati ravnopravnija društva kojima će muškarac zaista morati da se prilagodi.

4

HOMINIZACIJA I DRUŠTVO

Nikada niko neće saznati da li su prvi hominidi obrazovali jednomužjačke ili mnogomužjačke grupe, ili su živeli u monogamim i postojanim parovima. Međutim, vrlo je verovatno da nikada nisu živeli izdvojeni, nego da su od samog početka morali obrazovati malobrojne čopore, koji su obuhvatali više odraslih i njihovu decu. Nekoliko podataka ipak mi daje pravo da iznesem neke hipoteze koje se odnose na rađanje socijalne organizacije, na pojavu govora, na iskustvo pravljenja zaliha hrane i na uspostavljanje unutarspecijskog nasilja i ubistva.

RAĐANJE SOCIJALNE ORGANIZACIJE

Svaka rekonstrukcija prvih ljudskih društava može biti samo hipotetička. U svakom slučaju, sigurno je da se mit koji je izmislio Frojd i naširoko izložio u *Totemu i tabuu* (1912–1913) više ne može održati. Najrazumnije je osloniti se na etnografska istraživanja posvećena lovcima–saku-

pljačima-nomadima koji žive danas, na hipotezu prema kojoj su prva ljudska društva imala organizaciju koja je bila negde na sredini puta između organizacije životinja najbližih čoveku, naime šimpanza, i organizacije afričkih lovaca-sakupljača.

Nadovezujući se na čuvena istraživanja Lavika Gudola (1970), Giljeri (Ghiglieri, 1985) je nastavio proučavanje socijalne ekologije šimpanza, služeći se mnogo strožom metodologijom utoliko što nikada nije pribegao nuđenju hrane da bi ga životinje prihvatile. Posmatrao ih je u apsolutno prirodnoj, divljoj sredini. Prva konstatacija je da šimpanzi imaju socijalnu organizaciju sasvim specifičnu, različitu od svih drugih sisara. Žive u zajednicama od po 30 do 50 jedinki, koje sa svoje teritorije nemilosrdno progone sve strane mužjake. Sve dok hrane ima u izobilju, zajednica ostaje jedinstvena bilo da je reč o odmoru, ishrani ili kojoj drugoj aktivnosti. Čim plodovi postanu retkost, zajednica se raspada u vrlo ograničene grupe i potraga za hranom može postati čak individualna. Giljeri govori o organizaciji tipa "fuzija-fisija". Ženke napuštaju zajednicu čim dostignu polnu zrelost. Za uzvrat, zajednica prima ženke koje dolaze spolja, čime se održava egzogamija. Kada je strankinja primljena, a ima mlade, mužjaci ih ubijaju pre nego što je oplode. Zahvaljujući ovakvoj praksi i egzogamiji ženki, mužjaci jedne zajednice su u srodstvu, dok ženke to nisu obavezno. Ženka oplođena u zajednici, nikada je više ne napušta. Ženke žive dosta nezavisno od mužjaka, čije aktivnosti ne dele. One se kreću u malim grupama, potiskujući ponekad druge ženke. Mužjaci obrazuju još čvršće povezanu zajednicu. Među njima postoji visok stepen kooperacije. Čim jedan od njih nađe drvo puno plodova, on, naime, hita da obavesti svoje srodnike.

Isto tako, kada je neka ženka u estrusu, mužjaci je dele, bez suparništva ili borbe, poštujući hijerarhiju prvi se pare najstariji. Među njima su odnosi deset puta češće prijateljski nego neprijateljski. Mogu da dele hranu sa sasvim mladim mužjacima, ali ih nikada ne nose. Takav je, ukratko, društveni život ovih životinja, vrlo bliskih nama, jer se njihova DNK od naše razlikuje za 1,2%. Osnova njihove socijalne organizacije izgleda da je kooperacija genetički srodnih mužjaka radi odbrane teritorije. Ali, zajednica takođe počiva na grupi ženki koja se dodaje grupi mižjaka.

Naši preci su, sve do nedavno, živeli kao lovci–sakupljači-nomadi. Njihova socijalna organizacija je morala biti bliska organizaciji sadašnjih lovaca–sakupljača. Još jednom ću, nadovezujući se na Likija (R.I. Leakey, 1981), za model uzeti !Kunge iz pustinje Kalahari, koje je Li (Lee) posebno dobro proučio u oblasti Dob, u kojoj ih ima oko 450. Oni su tokom sušnog perioda okupljeni u velike grupe od po 100 ili više ljudi, a tokom vlažnog perioda formiraju male grupe od po 30 članova. Njihova teritorija iznosi oko 4 km^2 po jedinki. Od oktobra do maja (vlažni period) kreću se u malim grupama od po šest porodica, ne ostajući u istom osnovnom logoru nikada duže od dve do tri nedelje. Mala grupa od 30 jedinki predstavlja jezgro socijalnog i ekonomskog života. To je optimalni broj za lov –sakupljanje, kakav se sreće svuda u svetu. U suvom periodu male grupe okupljaju se oko mesta na kojima ima vode. Ova koncentracija za sobom povlači višak rada (više kretanja), a ponekad i sukobe među jedinkama; ali, ona je pre svega prilika za intenzivan socijalni život. Razmenjuju se darovi, pleše se, obavlja se inicijacija mladih, pripovedači razvijaju svoje talente, sklapaju se brakovi. Sa prvim

kišama dolazi do rasturanja u male grupe, često različite od onih koje su postojale pri dolasku.

Ni u velikoj ni u malim grupama nema poglavice. Niko ne prima niti izdaje naređenja. Rasprave su uvek neutralizovane kolektivnim podsmevanjem. R. Liju, koji se čudio odsustvu poglavice, /Twi !gun[1] odgovori: "Naravno da imamo poglavice. U stvari, svi smo mi poglavice. Svaki od nas je sam sebi poglavica."[2] Čak ni najveštiji lovac iz svoje nadmoći ne izvlači ni uticaj niti privilegiju. Naprotiv, on je još povučeniji i skromniji, i što je lovina veća, on više umanjuje svoj podvig. To je apsolutni egalitarizam. Hrana se raspodeljuje, naročito meso, kao kod svih lovaca-sakupljača-nomada. Najzad, žene se ne osećaju eksploatisanima, uživaju stvarni ekonomski uticaj i često imaju veći udeo u odlukama nego u zapadnoj kulturi.

Ma koliko to iznenađujuće moglo izgledati, mora se priznati da dve socijalne organizacije, organizacija lovaca -sakupljača i organizacija šimpanza, imaju više od jedne zajedničke tačke, i to ne najneznatnije. U oba slučaja imamo posla sa društvima koja funkcionišu na način fuzije-fisije, koja praktikuju egzogamiju i koja žive na jednoj teritoriji. Za uzvrat, ona se razlikuju po nivou socijalizacije koja je kod čoveka sasvim učvršćena lovom i sakupljanjem u grupi, gospodarenjem vatrom oko koje se organizuje život u logoru, usložnjavanjem sredstava komunikacije među jedinkama i, najzad, postojanjem bliske koopera-

[1] Jezik !Kunga je veoma teško naučiti. Svaka reč je zvučna eksplozija praćena samoglasnikom. Korišćenje interpunkcijskih znakova poput !, / i drugih odgovara različitim "kliktajima" i eksplozivnim zvucima.

[2] Leakey, str. 107–108.

cije i trajnim vezama među polovima, što ide u prilog onome što sam izneo u vezi sa seksualnošću. Bipedija, poremetivši odnose među polovima i individualni i kolektivni život, igrala je u procesu hominizacije bar isto tako značajnu ulogu kao i oslobađanje ruke.

POJAVA GOVORA

Poput svih drugih promena sa socijalnim posledicama, i ova ima biološke temelje, ali oni su još dublji, anatomske su i fiziološke prirode. Da bi se govorilo, potrebno je imati sposobnost za to, što znači da treba raspolagati mozgom i odgovarajućim fonatornim sistemom. Govor, između ostalog, zahteva postojanje specifične oblasti mozga, Brokine (Brocca) zone, smeštene na trećoj levoj frontalnoj vijugi, čiji se trag može naći na unutrašnjoj površini lobanje. Kod roda *Australopithecus* ona je tek začeta, a kod podvrste *Homo s. neandertalensis* nije mnogo jasna. Njeno postojanje je, naime, uslovljeno širenjem frontalnih, parijetalnih i temporalnih zona korteksa na račun okcipitalne oblasti (viđenje), jer govor uključuje ne samo Brokinu zonu nego i druge oblasti. Kod neandertalskog čoveka okcipitalni režanj je u odnosu na druge režnjeve još bio veoma razvijen.

Što se tiče fonatornog sistema, koji su proučavali mnogi autori, među kojima Liberman (Lieberman, 1975) i Lejtman (Laitman, 1986), on funkcioniše kao celina. Da bi se izgovorila reč, nužni su određen položaj i određena konformacija ždrela, naročito supralarinksnog kanala, usta, usana, jezika i nazalnih fosa. Funkcijski kapacitet svih ovih organa zavisi od odgovarajućeg oblika i položaja lobanje i vilice. U svakom slučaju, ako je larinks postavljen

suviše visoko, kakav je slučaj kod ljudskog novorođenčeta i kod odraslih antropoida, izgovaranje reči je nemoguće. Premda hioidna kost, kapitalni element za proučavanje fonacije, pri iskopavanjima nikada nije nađena jer je suviše krhka, moguće je, na osnovu fosilnih lobanja koje su dobro očuvane, zajedno sa vilicom, i poređenjem sa sadašnjim čovekom (novorođenčetom i odraslim) i pongidama, rekonstruisati, kao što su to uradili Liberman i Lejtman, fonatorni aparat naših predaka i iz toga izvući značajne zaključke.

Polazeći od činjenice da je položaj larinksa u bliskoj korelaciji sa oblikom baze lobanje u koju su umetnuti neki mišići farinksa i larinksa, Lejtman se bavio anatomijom larinksa sisara, male dece i fosila odraslih ljudi. Kada je larinks postavljen visoko naspram prvog, drugog i trećeg cervikalnog pršljena, baza lobanje je skoro zaravnjena, jedinka može istovremeno da diše i da guta tečnost; ali, ona samo u maloj meri može ustima i usnama modulirati zvuke koje emituju glasne žice, što artikulisani jezik čini nemogućim. Kada je larinks postavljen nisko naspram četvrtog, petog, šestog i sedmog cervikalnog pršljena, baza lobanje je savijena i osoba može, uz rizik, istovremeno gutati i disati; ali, ako raspolaže prostranom farinksnom dupljom iznad larinksa, ona može da proizvodi artikulisan govor. Kod svih sisara, izuzimajući odraslog čoveka, larinks je, dakle, visoko postavljen, a isti je slučaj i sa detetom sve do osamnaestog meseca ili do druge godine. U tom dobu larinks počinje da se spušta ka vratu i artikulisan govor postaje moguć. Iz merenja "linije baze lobanje" Lejtman je izveo zaključak da *Australopithecus* i *Homo habilis* nisu mogli artikulisano da govore, dok se *Homo erectus* mogao služiti rudimentarnim govorom, i da se tek

300.000 do 400.000 godina pre naše ere može ustanoviti početak artikulisanog govora.

Pre 40.000 do 50.000 godina *Homo s. sapiens* i njegovi neposredni prethodnici imali su, prema Libermanu (1975), istu govornu sposobnost kao mi, dok *Homo s. neandertalensis*, čija lobanja liči na lobanju današnjeg novorođenčeta, nije mogao da uobliči ni samoglasnike /a/, /i/, /u/ niti suglasnike /g/ i /k/. Za uzvrat, mora biti da je mogao da izgovori usnene /b/, /d/, /t/ i "neprekidne" suglasnike /s/ i /z/. Njegova kultura je, međutim, bila složena, jer je on prvi primenjivao obrede sahranjivanja. Morao je, dakle, da komunicira pomoću gestova, krikova i još redukovanog govora. Na jednoj lobanji staroj 100.000 godina Liberman je konstatovao morfologiju kompatibilnu sa prelaznim prirodnim fonatornim sklonostima između *Homo s. sapiens*-a i *H. s. neandertalensis*-a. Ako se, kao što čini ovaj autor, razmatra samo forma našeg govora, može se reći da je njegova pojava skorašnja (50.000 godina). Da li drugi oblici zvučne komunikacije koji su joj prethodili zaslužuju da se nazovu govorom? Nećemo o tome suditi; to je posao definisanja. Tobijas (1980) i Kopens (1983) procenjuju da se govor pojavio sa *Homo habilis*-om. Po Bunaku (Bounak, 1958), on se pojavio pre 300.000 godina — što je u skladu sa Lejtmanovim hipotezama — kada su alatke od kamena počele da imaju stalan oblik, pravilan i ponavljan, svedočeći o tehnici koja se prenosila rečju. Bilo kako bilo, komunikacija je moguća uz pomoć rudimentarnih sredstava. Pre nego što progovori, dete savršeno uspeva da bude shvaćeno. Iako nisu raspolagali našim govorom, *Homo habilis* i *Homo erectus* morali su biti sposobni da misle. Jakobson (1982) je, uostalom, podsetio na to da je stvaralačka misao mnogobrojnih matematičara i fizičara, među

kojima i Ajnštajnova, funkcionisala na negovornom nivou.

Dok tačno znamo datum pojave pisanog jezika, još nemamo mogućnosti da utvrdimo neki datum pojave govora, čije je uspostavljanje moralo biti postupno. Sigurno je bilo potrebno vreme da se pređe sa krikova i gestova na vokalna emitovanja mnogo bogatija značenjem i, na kraju, na verbalne simbole[3], artikulisane i sintaktički organizovane. Pre nego što se prihvati princip kontinuiteta između gestualnog govora i verbalnog govora treba dokazati da i jedan i drugi zavise od iste moždane hemisfere, što nije *a priori* sigurno. Ako, naime, govor kod dešnjaka zavisi od leve hemisfere, ništa ne dokazuje da desna strana mozga ne učestvuje u gestualnom govoru, imajući na umu značajnu ulogu koju ona igra u vizuelno-prostornim aktivnostima. U novije vreme Damazio (Damasio) i saradnici (1986) uspeli su da pruže dokaz o tome kako su i govor i gestovi kod gluvonemih zavisni od leve hemisfere mozga. Radilo se o slučaju desnog temporalnog tumora kod žene sa engleskog jezičkog područja, koja je predavala gestualni govor gluvonemih. Ako je on, dakle, u celini ili delom zavisio od desne strane mozga, ona bi, posle intervencije, izgubila moć da obavlja svoju profesionalnu aktivnost. Ali nije bilo tako. Ovo jedinstveno zapažanje imalo je za neurolingvistiku ogroman značaj, jer pokazuje da suština ljudske komunikacije ne počiva u verbalizaciji, nego u simbolizaciji, bilo koja da je priroda korišćenog simbola.

[3] Koristim pojam *simboli* u anglosaksonskom smislu te reči. *Symbols* obično odgovara znacima u francuskom jeziku, a *simboles* onom što američka lingvistika i psihologija nazivaju *ikoničnim znacima*.

Govor je, kao posledica susticanja više faktora, bio moćan uzročnik evolucije mozga i kulture. Ne predstavlja li on izvanredan način obrade, pohranjivanja i prenošenja informacije? Slažući se sa Munenon (Mounin, 1968), možemo reći kako je on svojstven čoveku i kako se razlikuje od svih ostalih sistema prenošenja i komunikacije informacije posredstvom onog što je Martine (Martinet) nazivao njegovom *dvostrukom artikulacijom*. Poruke pčela (kojih ima četiri), poruke gavranova (petnaestak krikova) i majmuna (najviše 70 krikova), kao i drugi sistemi ljudskog komuniciranja (signali na putevima, pomorski signali, logički, matematički ili hemijski simboli), imajući semantičku formu i sadržinu, ne mogu se, naime, razložiti u manje jedinice i zbog toga izražavaju samo ograničen broj poruka. Ljudski govor, za uzvrat, zbog svoje dvostruke artikulacije, poseduje beskrajno bogatstvo i fleksibilnost.

Prva artikulacija, ujedinjujući "minimalne značenjske jedinice", *moneme*, omogućava da se stvore nove jedinice, reči, koje imaju oblik i smisao (reč ili izraz mogu se sastojati samo od jedne jedine moneme). Tako, u primeru koji je dao Munen, jedinica u francuskom jeziku *réembarquons* (ponovo ukrcajmo) rastavlja se u četiri moneme koje se mogu zamenjivati sa drugima: *ré*, koji ukazuje na ponavljanje, *em* koji se suprotstavlja *dé*, *barqu* koji podseća na mali brod i *ons* koji ukazuje da govornik nije sam. *Druga artikulacija*, ujedinjujući manje jedinice koje imaju zvučnu formu ali nemaju značenje, omogućava da se konstruišu moneme. Ove "sukcesivne distinktivne minimalne jedinice" nazvane su *foneme* (najmanji zvučni znaci). Kako obuhvata samo nekoliko hiljada jedinica koje se mogu koristiti u različitim porukama, prva artikulacija predstavlja ekonomično kodiranje. Što se tiče druge artikulacije,

ona predstavlja "superekonomično nad-kodiranje" jer je hiljade monema izgrađeno od samo 30 do 50 fonema, zavisno od jezika (34 u francuskom jeziku). Svi ljudski jezici tako su dvostruko artikulisani, suprotno svim drugim sistemima komunikacije živog sveta. Dok je percepcija osećanja i predmeta stalna, analoška, govor je sačinjen od diskretnih, diskontinuiranih, digitalnih jedinica. Ali, njima se pridružuju intonacija i akcenat, fenomeni koji nisu diskretni i koji, pošto nisu neophodni za razumevanje poruke, diskurs nijansiraju prozodijom.

Govor, koji ispunjava mnogobrojne funkcije (ekspresivnu, apelativnu, komunikacijsku, elaboraciju misli, itd.), sve u svemu, predstavlja ekonomičan, brz i efikasan sistem zahvaljujući kome su se naše sposobnosti apstrahovanja, uopštavanja i rasuđivanja veoma brzo razvile. "Predstavljanja stvari", čija raznolikost i broj su prenatrpali okcipitalni režanj naših predaka, mogla su biti preskočena, kondenzovana putem "predstavljanja reči", auditivnim, vizuelnim (napisanim ili gestualnim) i danas taktilnim simbolima (Brajova azbuka), koji su dozvolili da se dostigne nivo konceptualne generalizacije. Zbog veoma značajne neuronske redundancije postupci obrade informacije u našem mozgu spojeni su sa ogromnom memorijom. Jednu od trenutnih posledica sticanja govora predstavljalo je povećanje kapaciteta pohranjivanja, posebno zbog krajnje polisemije reči i širine njihovih međusobnih veza jer se jedne definišu drugima. Najzad, govor je sigurno bio uzrok razvoja refleksivnog razmišljanja i rađanja svesti o sebi, poslednje etape psihičke hominizacije.

Ekonomija sredstava koja proističe iz govora daje mi pravo da se usudim da iznesem jednu hipotezu koju će sigurno mnogi smatrati bezvrednom. Čudno je to što je, na

istom kulturnom nivou, čovek iz Kromanjona imao manju unutarlobanjsku zapreminu, 100 do 200 cm^3, od zapremine neandertalskog čoveka koji je, međutim, bio niži. No, videli smo da je on u mnogo manjoj meri bio sposoban za govor od kromanjonca i da je imao mnogo razvijeniji okcipitalni režanj. Kako je neandertalac nestao bez potomstva, i kako smo mi naslednici čoveka iz Kromanjona, možemo pretpostaviti da su napuštanje nekih specijalizovanih kortikalnih zona vida i njihova zamena drugim, sačuvanim za govor, formirali znatnu selektivnu prednost. Govor nam je tako mogao dozvoliti da sa manjim mozgom, u *kome su čulni podaci mogli* biti uskladišteni bez gubitka informacije, ostvarimo bolje performanse.

Raspolažući dovoljno bogatim i nijansiranim govorom, čovek je, štaviše, *bio sposoban da sve brže razvija svoja* tehnička i naučna, religijska, umetnička i literarna dela. Kao što je podvukao Jakobson (1982), govor ne posreduje u nivou same kreacije, nego u nivou uobličavanja psihičkih proizvoda. Ovo uobličavanje pomoću reči ili matematičkih simbola, premda vidljivije jer je jedino prenosivo, u stvari je samo poslednja etapa kulturnog stvaranja. Svako pravo delo stvaranja i invencije počiva u nesvesnoj samoorganizaciji, kao što potvrđuje Poenkareovo (Poincaré, 1908) svedočenje. Kao dokaze za to takođe bih naveo misaonu aktivnost gluvonemih i kulturna ostvarenja onih naših predaka koji još nisu imali naše kapacitete govora. Obrnuto, verbalna aktivnost može biti praćena samo veoma siromašnom konceptualnom mišlju.

Ukoliko je, sa krajnjom obazrivošću, moguće zamisliti kontinuitet između vokalnih signala životinja i ljudske reči, kad je reč o pisanom jeziku, postojanje prethodnika među životinjama je nepojmljivo. Njegova pojava je tačno

datirana: 3.300 godina pre naše ere. Ljudi su sukcesivno izmislili dva sistema pisanja, ideografski ili piktografski, potom fonetski ili alfabetski. Kinesko pismo, koje pripada prvom tipu, ne beleži drugu artikulaciju govora (foneme); svaka monema mora biti transkribovana u specifičan crtež, tako da ovakvo pismo obuhvata najmanje 80.000 znakova; ali, da bi, pri svem tom, bilo olakšano, uz jednu drugu artikulaciju koja ne korespondira sa artikulacijom govora. Za uzvrat, zahvaljujući alfabetu izmišljenom između 1.800. i 1.500. godine pre n.e., u kome svako slovo beleži jedan zvuk, dvostruka artikulacija govora biva prepisana. Klinasto pismo iz Ugarita (30 slova) jeste najstarije, fenićanski linearni alfabet (22 slova), odakle je proisteklo naše pismo, novijeg je datuma. Sa pronalaskom pisma pojavile su se nove ekonomije u načinima komunikacije, a za misao nove prinude. Ali, izgleda da je zaista bilo potrebno mnogo vremena da bi se sa čitanja naglas prešlo na čitanje u sebi, toliko je čovek bio navikao samo na govor. To je ono što dozvoljava da se shvati zašto se u srednjem veku kaluđerima preporučivalo da čitaju tihim glasom u bibliotekama kako ne bi smetali svojim susedima. Prvi zapisi bili su samo knjigovodstvene beleške. Potom se znanje beleži da bi na lakši način bilo preneto budućim generacijama. Priče, kolektivne uspomene, prešle su iz cerebralne memorije na jednu spoljašnju podlogu, oslobađajući time cerebralnu memoriju nepotrebnog tereta. Koncepti su dobili na strogosti i preciznosti; izražavanje misli i osećanja nametnulo se snažnim prinudama, osobito kreativnim. Najzad i naročito, interakcije među ljudima su postale složenije i znatno bogatije.

OBIČAJ PRAVLJENJA ZALIHA HRANE

Sada sam stigao do treće promene koja je imala socijalne posledice. Ona biološki nije utemeljena, nema nikakav animalan koren, ali to ne znači da zato nema značajne i opasne posledice. Veoma skorašnjeg datuma, ova promena je najviše doprinela nesrećama čovečanstva, jer joj se, s punim pravom, mogu pripisati najmonstruozniji oblici unutarspecijskih ubistava, drugim rečima ratovi i kolektivni masakri. Ali, običaj pravljenja zaliha hrane isto je tako odgovoran za najsmelije kulturne napretke i sve prednosti koje je iz njih čovečanstvo izvuklo.

Prema klasičnom mišljenju, još od Čajlda (Childe), suprotstavljana su dva tipa ljudskih društava: s jedne strane, društva lovaca-sakupljača, starija, a, s druge, društva ratara-odgajivača, mlađa. Prelazak sa jednog tipa na drugi nazvan je "neolitskom revolucijom". Za antropologe reč je o kapitalnoj etapi ljudske istorije jer je označila žestoko ubrzanje kulturne evolucije. Ova revolucija je bila skorašnja, budući da je čovek tokom više od 99% svoje istorije živeo samo od sakupljanja, lova i ribolova. U jednom radu određenom da predstavlja prekretnicu, A. Testar (1982) je definitivno stavio tačku na ovo pojednostavljeno viđenje stvari, pokazujući da je prelazak sa jednog tipa društva na drugi bio mnogo složeniji nego što se to mislilo, a naročito dokazujući da veliku kulturnu promenu nisu predstavljali pronalazak zemljoradnje i uzgajanja domaćih životinja, nego pronalazak postupaka čuvanja i skladištenja izvora hrane, što nameće minimum stabilnosti, budući da su se neki lovci-sakupljači, sposobni da prave zalihe hrane, sedentarizovali. Iz Testarove dokumentacije ću preuzeti najbitnije, ne zaboravljajući Salinsov (Sahlins, 1972) doprinos

ekonomskom proučavanju savremenih lovaca-sakupljača koji su još, bar delimično, nomadi.

Prelazak iz jednog društva u drugo nije bio grub; u preistorijskim vremenima, kao i u savremenoj epohi, primećene su, naime, prelazne kulturne forme koje bi se mogle nazvati proto-stočarstvo i proto-zemljoradnja. Postoje odista poznati prelazni oblici između divlje životinje i domaće životinje, između sakupljanja divljih žitarica u velikoj količini i odgajanja žitarica na koje sam ukazao, ne računajući to što su sva društva lovaca-skupljača pripitomljavala životinje poput severnog jelena, konja i psa. Najzad, zemljoradnja i gajenje stoke nisu odmah doveli do toga da se prestane sa iskorišćavanjem divljih bogatstava. Ne postoji, dakle, fundamentalna razlika između lovaca -sakupljača i zemljoradnika-odgajivača, nego između lovaca-sakupljača koji su bili nomadi i lovaca-sakupljača koji su bili sedeoci i stvaraoci zaliha.

Društva lovaca-sakupljača, koja su pre tri do četiri veka posmatrali putnici, a u novije vreme etnografi, verovatno imaju dovoljno sličnosti sa preistorijskim društvima pa je dozvoljeno pozvati se na njih. Težeći za jasnoćom prvo ću govoriti o najtipičnijim društvima, onima koja ne stvaraju zalihe i koja danas predstavljaju polovinu društava koja su bila posmatrana. Najpoznatije etničke grupe su grupe Pigmeja, Bušmana, Aborigina Australije i Eskima. Tradicija nam ih je predstavljala kao nesrećna bića, uvek na ivici neimaštine i gladi, dok Salins u njima vidi prva društva izobilja. Svakako da su u apsolutnim vrednostima oni siromašni, ali žive u izobilju u odnosu na *svoje* potrebe. Tradicionalnu sliku o njima objašnjava činjenica da ih je kolonizacija oterala u najneplodnije regione planete, a da ih je nastanak država često svodio na teritoriju na kojoj

love. Od onih koja su najviše proučena za primer ću uzeti !Kunge iz pustinje Kalahari. Tokom leta oni žive u grupama od tridesetak jedinki, zimi se okupljaju oko mesta na kojima ima vode, što predstavlja priliku za različite razmene i brakove između jedinki različitih grupa da bi se osigurala egzogamija. Glavnina dnevne količine hrane (70%) dobija se stalnim radom žena koje sakupljaju plodove i insekte, noseći svoje dojenče tokom tri do četiri godine. Uostalom, one svakih pet godina rađaju po jedno dete. Tokom jednog radnog dana žena može da proizvede dovoljno za trodnevnu ishranu porodice od četiri do pet lica. Prosečno, dovoljno je da svaka odrasla osoba koja privređuje radi četiri do pet sati dnevno pa da se obezbedi i pripremi hrana za grupu. Muškarci su manje korisni jer je lov, manje ili više kolektivan, često nesiguran, a ponekad se smatra zabavom. Divljač se, u svakom slučaju, uvek deli i odmah koristi jer ne može da bude sačuvana. Proizvodi sakupljanja, koje je manje slučajno, naprotiv, ređe se dele.

Kod njih vlada opšte poverenje u budućnost i u dobrotu prirode. Društvena jednakost je potpuna, čak i između polova, izuzev u pogledu rada i važnih odluka. Rad nikada nije težak i svako uvek ima na raspolaganju mnogo slobodnog vremena za lenstvovanje, brbljanje, spavanje. Nivo života je veoma nizak, ali kako lovci-sakupljači imaju malo materijalnih potreba, one su uvek obilato zadovoljene. Međutim, bogatstva prirode su neiscrpna pod uslovom da se stalno kreću, što nameće posedovanje samo onog što je neophodno, jer suvišno bogatstvo odmah postaje teret. Neko dobro ima vrednost samo u onoj meri u kojoj je prenosivo. Vrhunska vrednost je sloboda pokreta. Kada su, u nekim uslovima, kretanja prinudno nametnuta i kada neki

članovi grupe, nemoćni starci, bolesni nisu u stanju da ga slede bivaju napušteni ili ubijeni; čedomorstvo se, ako je nužno, primenjuje. Ova ponašanja, na koja treba gledati isključivo kao na adaptivna i čiji je cilj očuvanje grupe, prvo osiguravaju preživljavanje roditelja; te žene i muškarce ona nikako ne šokiraju. U zamenu za to, svi zadovoljavaju glad i žive srećno; jer oni su vedri i optimisti. Nužno je, dakle, složiti se sa Salinsom da na svetskoj lestvici "značaj gladi raste relativno i apsolutno sa kulturnim napretkom". U grupama lovaca-sakupljača nomada agresivnost je veoma smanjena. Niko ne ratuje. Samo neki ponekad vrše krađe ili prepade. Ako sada posmatramo iste !Kunge koji su, voljno ili nevoljno, postali sedeoci, videćemo žene u polju, muškarce koji se bave stokom, trgovinom i novcem ili... kako tuku svoje žene. Deca i žene rade. Interval između trudnoća sada prosečno iznosi samo dve i po godine. Svako sada misli samo na sticanje dobara i, posebno, zemlje. Kontrast između nomadizma i sedentarnosti je zaslepljujući.

Lovci-sakupljači sedeoci i čuvari zaliha predstavljaju prelazno društvo između prethodnih i onih koja se odlikuju zemljoradnjom i gajenjem stoke. Pre svega to su društva ribara. Ona se sreću na zapadnim obalama američkog kontinenta, u delti Orinoka i u jugoistočnom Sibiru. Ove populacije takođe praktikuju lov i sakupljanje. U vezi sa ovim treba zabeležiti da što se više ide na sever, više raste značaj lova, dok na jugu prevlađuje sakupljanje. Samo se po sebi razume da ova društva pokazuju mnogobrojne regionalne posebnosti, ali u celini imaju sledeće odlike. Borave u stalnim selima čija je demografska gustina veća nego kod nomada i dosta promenljiva. U svakom slučaju, postoji velika socijalna i ekonomska nejednakost. Poglavi-

ce i šamani nalaze se na vrhu društvene lestvice, robovi, koje ponekad ubijaju, sasvim na dnu. Podela rada, koja se razlikuje od polne, stalna je. Bogatstva (zalihe hrane, luksuzni predmeti, robovi) koncentrisana su samo kod poglavicâ, koji ponekad ne rade i nameću danak ostalima. Ali, posebnost koja najviše određuje ova društva jeste znanje o načinima konzerviranja i čuvanja izvora hrane. Kako obavezno iskorišćavaju samo ograničenu teritoriju, zbog klimatskih nepogoda ova društva se suočavaju sa periodima gladi ili oskudice, što ne poznaju lovci-sakupljači nomadi, bar oni čiji deo teritorije nije mogao biti nasilno uzet. Najzad, ovi sedeoci, čuvari zaliha, i to je činjenica koju treba podvući, vični su ratovanju. Ciljevi i uzroci rata su različiti: sporenja u vezi sa pravima na ribolov ili lov, pljačka dobara (zaliha hrane, predmeta), hvatanje robova, priključenje teritorija, pri čemu one koji se na njima nalaze ubijaju ili ne.

Ovi veoma ovlašni opisi društava lovaca-sakupljača veštački grupišu činjenice iz različitih istorijskih perioda. Zbog veoma brzog napretka civilizacije nesumnjivo je da mnoge sada više ne važe u svim oblastima, kao i zato što u svim zemljama država sve više teži kontrolisanju i, ponekad, ispravljanju ponašanja onih koji su u njenoj nadležnosti da bi ih uskladila sa uvek sve užim normama savremene civilizacije. Nomadizam, dakle, rizikuje da nema budućnost.

Istorijski gledano, zaista izgleda da je poreklo čuvanja hrane u lovljenju ribe i sakupljanju zrnevlja i plodova sa tvrdom ljuskom (oraha, žirova, itd.), ali ne i u lovu, čiji se rezultat brzo kvari i teško čuva. Ribolov je morao postojati u svim vremenima, ali su ekonomije koje su bile isključivo na njemu zasnovane ipak relativno mlade. Na spoju

između paleolita i mezolita, međutim, pre možda više od 10.000 godina pre naše ere, pojavila su se priobalna društva ribolovaca, i moguće je da su oni već bili usvojili postupke čuvanja ribe sušenjem, ako ne dimljenjem. Što se sakupljanja divljeg zrnevlja tiče, ono je potvrđeno postojanjem žrvnjeva pre 20.000 do 50.000 godina i srpova od sileksa pre 13.000 godina, u Nubiji.

Kao što predlaže Testar, treba, dakle, govoriti o "mezolitskoj revoluciji" a ne o neolitskoj. U to vreme su se, naime, pojavile prve težnje ka sedentarnosti. Prema nekima, one su zaista bile prethodničke. Bilo kako bilo, u mezolitu se pripitomljava pas i prave se luk i strela. Hrana postaje raznolikija, alatke su bolje, brojnije i u većoj meri specijalizovane. Verovatno se tada i ustanovljava praksa čuvanja namirnica, što ide paralelno sa veoma jasnom demografskom ekspanzijom. Do svih ovih promena dolazi u jednoj epohi u kojoj zemlja još trpi poslednju glacijaciju. U isto vreme, između 8.000 i 10.000 godina pre naše ere, na Bliskom istoku niču iz zemlje prva sela, ona "natufijenskog opšteg izgleda", prvi neosporni svedoci prethodništva sedentarnosti u odnosu na zemljoradnju i gajenje stoke i postojanja socijalne nejednakosti koja se otkriva preko grobnica.

Veliki kulturni zaokret u istoriji čovečanstva bio je dakle "tehno-ekonomski sistem zasnovan na pravljenju zaliha hrane". On počinje nametanjem sedentarnosti, koja postaje moguća čim jedno *društvo, koje eksploatiše sezonske izvore hrane dovoljno obilne da predstavljaju osnovnu hranu, ubira ih u velikoj količini i čuva u širokoj razmeri*[4], bez obzira na to da li praktikuje zemljoradnju i gajenje

[4] Podvukao Testar, str. 26.

stoke ili ne. Tako sedentarnost zaista predstavlja preduslov za gomilanje materijalnih dobara. Jedino ona dozvoljava razvoj glomaznog pribora koji se ne može prenositi (pletarstvo, grnčarija, ambari, itd.) i građenje stalnih zdanja koja zahtevaju obradu drveta i kamena. Pravljenje zaliha hrane omogućava trgovanje njom i pretvaranje u trajna dobra koja imaju veliku vrednost pri razmeni, poput metala koji olakšavaju zgrtanje novca, i luksuznih predmeta koji povećavaju prestiž. Nema više raspodele. Individualizam i kult rada imaju prednost nad vezama solidarnosti i nad sklonošću ka dokolici. Čitavim društvenim životom dominira fetišizam ekonomije. Proizvodnja se povećava. Trka za bogatstvima i želja za akumulacijom motori su tehničkog i kulturnog "progresa". Između jedinki i grupa nezaobilazno se uspostavljaju ekonomske nejednakosti. Pojavljuju se neproizvodne klase koje iskorišćavaju rad drugih. Pravljenje zaliha, s jedne strane, dovodi do pojave takse i danka, a, s druge, do krađe i rata. Rad se u sve većoj meri deli na segmente i postaje težak zanatlijama i seljacima. Potrebe za obrađenijim, štaviše luksuznim proizvodima rastu, trgovačke razmene postaju intenzivnije. Među bogatim i moćnima, jedni prikupljaju bogatstva u hramovima, drugi ratuju da bi povećali svoja dobra i svoju moć, uvećali svoje bogatstvo ili, jednostavno, stekli nadmoć u odnosu na one koji su im podređeni. Gradovi i države potiskuju sela. Ratovi postaju sve češći i češći... Ruso (Rousseau, 1755) nikako nije mogao zamisliti da će njegove teze jednog dana ubedljivo potvrditi etnološka proučavanja.

UNUTARSPECIJSKO NASILJE I UBISTVO

Potčinjavanje žene muškarcu predstavljalo je prvo uzmicanje čovečanstva u odnosu na životinjski svet. Uspostavljanjem nasilja i ubistva u okviru svoje vrste čovek se postavio još niže od životinje.

Nasilje je toliko opšte, rat tako čest, da imamo prava da se zapitamo pre o njihovom "prirodnom" nego "kulturnom" karakteru, drugim rečima o njihovom biološkom, eventualno genetičkom poreklu. Problem je postao dvosmislen nedavnim uvođenjem pojmova "agresivnosti" — reč se pojavila 1875. godine — i "nagona smrti". Kako je pojam agresivnosti suviše apstraktan i prihvata se na suviše raznolike načine da bi bio korišćen u jednoj naučnoj raspravi, bolje je, sa Karlijem (1982), govoriti o "agresivnim ponašanjima", on ih je definisao kao "ona koja nanose povredu, ili bar rizikuju da nanesu povredu, fizičkom i/ili psihičkom integritetu drugog živog bića (ova definicija namerno isključuje fenomene autoagresije koji su retki u živom svetu)"[5] i koja se, moglo bi se dodati, susreću pre svega kod čoveka.

Kod životinja agresivna ponašanja (lov, napad, odbrana) upravljena su ka predstavnicima neke druge vrste i obično traju sve do smrti jednog od protivnika, osim ako jedan od njih ne odustane od gonjenja. Bitke mužjaka za osvajanje teritorije ili ženke u okviru jedne iste vrste obično su ritualizovane i skoro bezopasne. Takođe se događa da se ženke tuku da bi prišle izvorima hrane ili da bi odbranile svoje mladunce. Za uzvrat, kolektivno unutarspecijsko ubistvo — ratovi, genocidi — kod čoveka nisu pre-

[5] str. 36–37.

stali da se šire i danas su uzeli ogromne razmere. Ako, dakle, unutarspecijsko ubistveno nasilje nije prirodno, teško je razumeti kako je pojam "nagona smrti", koji je uveo Frojd (1920), postigao toliki uspeh i zašto su mu pripisane sve ljudske nesreće. Iznenađujuće je to što je njegova ruka ispisala, posebno u tekstovima *Slabosti u civilizaciji* (1930) i "Zašto rat?"[6], odlučno pesimističke stavove. Po njemu, "naklonost čoveka ka 'činjenju zla', ka agresiji i time isto tako ka surovosti"[7] predstavlja izvesnost; nagon smrti je istovremeno i nagon mržnje, potpunog uništenja, destrukcije i, poput njih, urođen je; rat mu "izgleda, uprkos svemu, u skladu sa prirodom, biološki dobro zasnovan i u praksi jedva da se može izbeći"[8]. Kako je onaj koji je sve učinio da pomogne čoveku da sâm sebe razume i da se sa sobom izmiri mogao na kraju svog života da nam ostavi tako beznadnu poruku? Pri tom je, baš kao njegov kolega Ajnštajn, u potpunosti je bio pacifist. Išao je sve dotle da ismejava one koji veruju kako čovek suštinski nije neprijatelj sebi sličnima i da sumnja u etnografska svedočenja o miroljubivom životu lovaca-sakupljača nomada, lišenih svih agresivnih i ratobornih ponašanja.

Ako je Frojd bio u pravu, iz toga treba izvesti zaključak kako su unutarspecijska agresivna ponašanja biološki zasnovana, kako je reč o posebnim genima ili, nekad suviše popularnom, sada već zaboravljenom "hromozomu zločina" ili, pak, o nekom čisto mitskom "centru" agresije. Naprotiv, sva istraživanja dovode do zaključka da, na individualnom nivou, agresivna ponašanja kod čoveka nisu

[6] Ajnštajn i Frojd, 1933.

[7] Frojd, *Gesammelte Werke*, XIV, str. 479.

[8] Frojd, *Gesammelte Werke*, XVI, str. 24.

određena ni bilo kojim genetičkim faktorom niti "agresogenim" karakterom situacije. Po Karliju (1987), agresija je samo "sredstvo izražavanja i akcije", budući da joj je cilj da zadovolji želje, bilo koje da su, namećući bližnjem svoju moć, svoju volju, svoje ideje. Nebrojena istraživanja su dokazala da različiti faktori doprinose većoj verovatnoći pojave agresivnih ponašanja kod jedinki. To su, pre svega, uslovi u kojima je neko dete odgajano tokom prvih godina. Hladnoća, indiferentnost, neprijateljski stav majke prema detetu, odnosno njegovo odbacivanje ili, naprotiv, njena popustljivost i odsustvo kontrole agresivnih ponašanja, ili, pak, prezir i nasilje roditelja prema detetu, sve to utiče na njegovo emotivno reagovanje i povećava njegovu netoleranciju u odnosu na nezadovoljstva, ljutnje i frustracije, povećavajući tako rizik da kasnije postane agresivan i prestupnik. Nema potrebe naglašavati da se napuštena deca, premeštana iz institucije u instituciju, izlažu sličnom riziku. Otkriva se da su takvi faktori uvek prisutni u detinjstvu prestupnika i kriminalaca, bilo da su ubice ili ne. Na kulturnom i socijalnom nivou posmatrano, zanimljivo je zabeležiti da broj ubistava vatrenim oružjem raste sa učestalošću njegovog posedovanja. U Velikoj Britaniji, na primer, bilo ih je 1981. godine osam, u Zapadnoj Nemačkoj 42, u Japanu 48, u Kanadi 52 i... 11.500 u Sjedinjenim Američkim Državama. Najzad, prezir prema drugima ili strah od njih proizvodi netoleranciju i rasizam, uzroke individualne i kolektivne agresije koje ne treba zanemarivati.

Preskot (Prescott, 1975) je, podvlačeći Tekstorova (Textor) antropološka istraživanja 49 arhaičnih društava, na osnovu značajne korelacije došao do zaključka da u društvima u kojima roditelji pokazuju svoju privrženost

pažljivo negujući telo dece (česti kontakti, milovanja, itd.), ima malo krađa, lošeg postupanja sa decom, malo religijske aktivnosti, malo sakaćenja, mučenja neprijatelja i ubistava (22 društva). U onim društvima u kojima deca pate, u kojima im nedostaje udobnost i u kojima su zanemarena beleži se, naprotiv, visok stepen kriminaliteta i nasilja (14 društava). Ostaje 13 društava u kojima nema ove obrnute korelacije između kvaliteta brige i nasilja. U njih šest, u kojima je nega dobra, a pri tom paradoksalno udružena sa nasiljem, predbračna seksulanost je snažno suzbijana a devičanstvo visoko cenjeno. Najzad, u sedam društava, u kojima deca uživaju malo pažnje ali u kojima nasilja praktično nema, postoji velika sloboda u pogledu predbračne seksualnosti. Utvrđene su i druge korelacije sa, na primer, prvenstvom monogamije, ljubavlju prema vojničkoj slavi i kultom agresivnih bogova. Jedan skorašnji rad O. Burginjona (O. Bourguignon, 1984) o odnosu između smrtnosti dece i porodičnih struktura u našem društvu potvrđuje činjenice koje je izneo Preskot. Ova korelacija nasilja i lošeg kvaliteta majčinske brige takođe je u skladu sa posmatranjima Harloua (Harlow, 1965) u vezi sa auto- i heteroagresijom kod makaka odgajanih bez majčinske nege i društvenog okruženja. Opravdano je, dakle, da se, na osnovu tako mnogobrojnih savremenih istraživanja, zaključi da unutarspecijska agresija zaista ni na koji način nije prirodnog porekla, ali je određena ponašanjem roditelja, koje delimično zavisi od sistema vrednosti sedelačkih društava pošto ona veoma često daju prednost posedovanju materijalnih dobara i kompeticiji među jedinkama nad jednakošću i bogatstvom socijalnih odnosa. Vreme posvećeno predmetima uvek je vreme oduzeto bićima.

Nasilja nad decom i ženama predstavljaju nastranost svojstvenu čoveku. Najgore od nasilja, čedomorstvo, svakako se susreće kod primata, ali kod njih ono nema isto značenje kao u našoj vrsti. Činjenica je da postoje mužjaci koji, kada pokoravaju harem (jednomužjačke grupe) ili kada u svoju zajednicu primaju novu ženku pridošlu spolja (mnogomužjačke grupe), ubijaju mladunce koji nisu njihovi. Ova čedomorstva mogu čak biti praćena kanibalizmom. Mužjaci kao da tolerišu isključivo sopstvenu decu ili decu zajednice; prema njima se ponašaju posebno zaštitnički.

Čedomorstvo je u ljudskoj vrsti češće i ima drukčije značenje. Njega obično izvršava majka, a posledica je bilo nemogućnosti da odgaja dete bilo mržnje koja ukazuje na mnoge uzroke. Nije isključeno da je težak teret materinstva, o kome životinje ne poseduju svest, izazvao u ženi ambivalentna osećanja prema deci. Ako je u većini kultura čedomorstvo samo krajnji oblik uobičajenih postupaka, kod lovaca-sakupljača motivisano je glađu, nužnom demografskom kontrolom (rađanje blizanaca, suviše česti porođaji) ili prisilnim seobama. Rohajm (Roheim, 1950) navodi slučaj Aranda iz australijske pustinje kod kojih se događa da otac ubija svog novorođenog sina — blizanca ili drugorođenog — i daje deci i ženi da ga pojedu; pri tom ga žena, koja ga, uostalom odlična majka, jede bez osećanja krivice.

Čedomorstvo u sedelačkim društvima preživljava u drugim okolnostima. U Rimu je otac imao pravo da napusti ili da dâ da se ubije novorođenče koje on ne prihvata. Izlaganje deteta u slobodnoj prirodi ili na stepenicama javne zgrade je jednako čedomorstvu, često je bilo praktikovano u starom veku u Grčkoj i Rimu, kao i u

srednjem veku, posebno u Skandinaviji. Počev od VI veka, dokazano je ubijanje nenormalne novorođenčadi od strane njihovih majki. Što se nezakonite dece tiče, naročito one sveštenih lica, ona su u srednjem veku, sve do renesanse, često bila ubijana odmah po rođenju. U doba klasicizma čedomorstvo je bilo zamaskirano prirodnom smrću. Majke su svoje bebe ubijale gušeći ih pod čaršavima. Da bi ovu praksu sprečili, neki biskupi su u XVII veku pretili ekskomunikacijom majkama koje su spavale zajedno sa svojim detetom. Stvaranjem institucija za napuštenu decu učestalost čedomorstva se smanjila. Bilo je zamenjeno napuštanjem, koje je u XVIII veka uzelo takvog maha da je u Parizu trećina novorođenčati bila napuštana[9]. Od renesanse do XIX veka čedomorstvo pustoši, isto tako indirektno i bez sumnje nenamerno, kao posledica davanja dece dojkinji; to dovodi do smrti polovine ili tri četvrtine odojčadi već u prvim godinama. Danas je čedomorstvo u opadanju, ali opstaje. Broj dece koju svake godine u Sjedinjenim Američkim Državama ubiju njihovi roditelji procenjuje se na nekoliko hiljada, pri tom majke to čine dva puta više nego očevi.

Rđava postupanja prema deci mnogo su češća od ubistava. Ona su u nekim kulturama, u manje ili više teškim oblicima, institucionalizovana, drugim rečima ne smatraju se zlostavljanjem. Povijanje dece u pelene koje ga bukvalno paralizuju u Evropi se veoma dugo praktikovalo. Deformacije glave namerno izazvane zavojima viđene su kod američkih Indijanaca, u Maleziji, u Jermeniji, kao i uvijanje stopala devojčica iz visokog društva u Kini. U srednjem veku u Francuskoj su prosjaci krali decu, vadili im

[9] Flandrin, 1973.

oči ili sekli noge ne bi li, prikazujući ih kao sopstvenu decu, izazvali sažaljenje i velikodušnost prolaznika. Ovde ću prekinuti ovo bolno nabrajanje. Kako su se mogla uvažavati deca kada je jedan Beril (Bérulle) izjavljivao da je detinjstvo, "posle stanja smrti, najgadnije i najgnusnije stanje ljudske prirode", i kada je Bosije (Bossuet) potvrđivao da "detinjstvo predstavlja život životinje"[10]. U savremenoj kulturi zadržala su se fizička kažnjavanja i najrazličitiji rđavi i najvarvarskiji postupci. Bilo je potrebno mnogo vremena da pedijatri ovo primete, jer deca mučenici nikada ne potkazuju svoje roditelje. U Sjedinjenim Američkim Državama svake godine je maltretirano 200.000 do 500.000 dece. Stradalništvo ljudskog detinjstva je beskrajno. Čovek je svojoj deci nametnuo trpeljenje kakvo nijedna životinja nikada nije nametnula svojim mladuncima.

Ni žene nisu pošteđene. Ubistvo žena, za razliku od ubistva dece, ne predstavlja odliku naše vrste, ali stvar ne stoji isto kada je reč o nasilju, da počnemo sa silovanjem, čija je ona žrtva. Ovo nasilje ne postoji kod majmuna izuzev, u veoma retkim slučajevima, kod orangutana. Prehominidni primati takođe nemaju naviku da tuku ženke ili da ih maltretiraju na različite načine. Tako se nešto ne može reći o *Homo s. sapiens*-u, čak ni u XX veku.

Kolektivna nasilja među ljudima, naročito rat, još su ubistvenija. U živom svetu je fundamentalno pravilo da se, sem slučajno, sukob između mužjaka iste vrste nikada ne završava smrću. U ljudskoj vrsti postoje ne samo individualna ubistva već su kolektivna ubistva još i institucionalizovana u obliku ratova i masakara. Videli smo da su lovci-sakupljači pacifisti, a da su se ratovi pojavili sa sede-

[10] Naveo Gélis i sarad., 1978, str. 28.

laštvom koje je povezano sa čuvanjem izvora hrane. Problem je, dakle, da li paleontologija može pružiti direktne dokaze za ovu tvrdnju.

Problem pojave rata u ljudskoj istoriji razmatrao je Kurten (1984). Već su se u paleolitu na ljudskim fosilima mogli otkriti tragovi individualnih ubistava. Ipak, izgleda da su kolektivna ubistva, očigledno u maloj meri, zaista počela u mezolitu, u epohi u kojoj se uspostavljalo sedelaštvo. Prva kolektivna ubistva takođe koincidiraju sa pronalaženjem luka i strele koji su omogućavali da se neprijatelj vrlo efikasno ubije na daljinu. Najstarije poznato kolektivno ubistvo odigralo se 10.000 godina pre n.e. U Egiptu je bila nađena i istražena skupina grobnica koje sadrže 60 skeleta svih doba starosti. Ona je možda nastala posle kolektivnog masakra, jer je otkriveno 116 vrhova strela u manjoj ili većoj meri zarivenih u kosti žrtava. U Evropi i u severnoj Africi bilo je otkriveno više skeleta iz mezolita u koje su bili zabijeni vrhovi strela, često u nivou kičme. Počev od epohe mezolita, nasilje ne prestaje da se širi. Prva neosporno utvrđena sela pojavila su se 3.000 do 4.000 godina pre naše ere. Pravi ratovi nastali su izgleda na Bliskom istoku ili u Mesopotamiji, zatim su se proširili na Evropu. U drugom milenijumu pre naše ere definitivno se uspostavljaju socijalne nejednakosti. Ako su, dakle, lovci-sakupljači koji su bili sedeoci i stvaraoci zaliha semenja, čvrstih plodova i riba bili prve ubice, zemljoradnici-stočari, zgrtači bogatstava, rat su uzdigli na rang institucije.

Jednom uvedeno u srž civilizacije, nasilje je više ne napušta; tako, kada prestane da se manifestuje u paroksističkoj formi ratova, ispoljavaće se tokom mira. Njegove prve žrtve, direktne ili indirektne, na jedan ili drugi način, bili

su robovi, žena, deca. Ali, isto tako je neosporno da su socijalne transformacije uvek bile obavljane u istom smeru, da je položaj ljudi bio lošiji kod zemljoradnika sedelaca nego kod sedelaca lovaca-sakupljača, jer će kultura žitarica postupno pružiti do tada nepoznate mogućnosti pravljenja zaliha i omogućiće stvaranje gradova i država, uvek sve većih, u kojima će biti sve više nejednakosti.

Ova kontrastna slika, što liči na sliku koju je opisao Ruso (1755), zaslužuje, međutim, da bude više iznijansirana. Naime, ostaci grada Čatal Hijik u Anadoliji, u kome izgleda da nijedan trag nasilja nije bio pronađen na stotinama skeleta, potvrđuju da je u njemu, između 6.000. i 4.000. godine pre naše ere, za sedeoce vladalo zlatno doba. "Civilizacija stare Evrope", kako ju je nazvala Gimbutasova (Gimbutas, 1978), takođe govori u prilog mogućoj koegzistenciji mira i sedelaštva. Ova civilizacija, zasnovana na povrtarstvu, ako ne na zemljoradnji, izgleda da je bila veoma pacifistička. Tokom 3.000 godina, od 6.500. do 3.500. pre naše ere, jugoistok Evrope[11] izgleda da nije znao za rat. U toj epohi i u tim krajevima mnogobrojna ženska božanstva nosila su prevagu nad muškim božanstvom, koje se pojavilo pre njih[12]. Jedino su one bile stvoriteljke. Sela su rasla sve dok nisu postala gradovi, koji su na 300 do 400 ha okupljali po 20.000 stanovnika. U ovoj civilizaciji postojala je velika umetnička i tehnička aktivnost, ne poznavajući veću opštu nesreću, bez razaranja i rasparčavanja. Sva ova društva verovatno su bila matrilinearna i praktično nisu znala za oružje. U tri naizmenična

[11] Balkansko poluostrvo, sliv srednjeg i donjeg Dunava, ostrva Egejskog mora, središnji deo Mediterana i južna Italija.

[12] Cauvin, 1987.

talasa, koja su se vukla više od 1.000 godina, horde konjanika sa istoka potpuno su ih i definitivno uništile. Gimbutasova ih naziva Kurganima. Došli su sa ušća Dnjepra, Volge i Kaspijskog mora. Predstavljali su hijerarhizovano i ratničko društvo, rasuto u mala sela. Njihova veština jahanja učinila ih je veoma pokretnim. Obožavali su muška i ratnička božanstva i slavili mač. Budući da se broj njihovih konja povećavao, morali su da, pomerajući se ka zapadu, sve do mađarske ravnice i dalje od nje, krenu u potragu za novim pašnjacima. Njihove naizmenične invazije okončale su onu civilizaciju stare Evrope nad kojom je vladao mir. Premda su pastiri centralne Azije bili nomadi koji ništa drugo nisu skladištili osim svojih stada, to ne znači da su bili manje agresivni. Sve do pronalaska vatrenog oružja, koje je nadvladalo njihove lukove i strele, konjanici pristigli iz azijskih stepa redovno su osvajali Evropu — Atila je stigao sve do Orleana, ubijajući i paleći sve na svom putu. Silovito su se i sa isto toliko svireposti širili i prema istoku, gde su na kraju osvojili kinesko carstvo. Ove činjenice, ukratko iznete, potvrđuju da sedelaštvo ne vodi neizbežno ratu, a da nomadski život pastira ne prouzrokuje uvek mir. Pri tom je Kain, zemljoradnik, bio je taj koji je ubio Avelja, pastira zato što je Jehova prihvatio žrtvu Aveljevu a ne Kainovu. Pokretači ubistva su bili zavist i ljubomora; nije li to mimetički princip koji je definisao Žirar (Girard, 1972)?

U vezi sa agresivnim ponašanjima čoveka prema samom sebi, važno je razlikovati individualna ponašanja od kolektivnih ponašanja jer, sa evolutivnog gledišta, ona nemaju isti značaj. Kod prvih, jedinka je direktno odgovorna, dok druga predstavljaju rezultat preciznih odluka koje je donela manjina koja poseduje moć. Njihova odgova-

rajuća evolucija odvijala se u suprotnim pravcima. Dok su se ratovi i kolektivni masakri uvek sve više širili, individualna ubistva su stalno ograničavana. Naravno, aludiram samo na istorijska vremena o kojima posedujemo informacije. Na individualnom planu, počev od uspona srednjeg veka, ubistva su postala sve ređa, a sigurnost lica sve bolje obezbeđena. Da li je to zato što su se policijske institucije razvile i usavršile ili što se čovek, posmatran individualno, popravio? Ne bih znao da pružim pouzdan odgovor. Ipak je sigurno da je u našoj epohi ljudski život stekao vrednost koju ranije nije imao, da svako teži ka većem uvažavanju svog suseda, priznajući jednako dostojanstvo svima sebi sličnima. Naravno, izuzetaka ima i upravo oni objašnjavaju to obeznađujuće širenje ratova, sve više ubilačkih, genocida koje su naredili maloumni šefovi država, a izvršili saučesnici koji predstavljaju sramotu za našu vrstu.

Na stepenu kulturne evolucije do koga je čovečanstvo stiglo, otkriće porekla ratova i socijalnih nejednakosti ne znači da se možemo vratiti unatrag, jer je biološka i kulturna evolucija, poput vremena, nepovratna. Naprotiv, Rusoova *Rasprava* (1755), sanjarije utopista, isto tako kao i naučno istraživanje — koje je, međutim, podiglo sredstva razaranja na opasan nivo koji poznajemo[13] — sve to je učestvovalo i učestvuje u boljem upoznavanju položaja čoveka i onoga što ga određuje. Nauka nam pruža uverenje da unutarspecijska agresivna ponašanja nisu ni genetičkog niti biološkog porekla, da ona ne predstavljaju deo "ljudske prirode", da nema nasleđenog nagona za raza-

[13] Zaista je poželjno napraviti razlika između nauke i tehno-nauke koja iz nje proističe i čiji su efekti ponekad negativni.

ranjem i da se koren ovih ponašanja nalazi u okolnostima koje prethode razvoju i vaspitanju jedinki. Čak ako ova tekovina nauke ne može imati trenutne praktične i efikasne primene — jer kolektivne agresije spadaju u politiku — bar zaslužuje da nas otrgne iz pesimizma u kome se Frojd utopio. Ako, dakle, unutarspecijska agresivna ponašanja ne predstavljaju kob, sve nade su dozvoljene, jer lakše je čoveku da izmeni svoju kulturu — on je to dokazao — nego svoje genetičko nasleđe. Kako je isključen povratak na nomadizam, koji mnogo manje pokreće ratove od sedelaštva, treba se podsetiti na to da su žene, u celini, manje sklone agresiji i nasilju od muškaraca. Ne počiva li tu razlog zbog koga bi im trebalo dati veću političku moć, kao što je možda bio slučaj u civilizaciji stare Evrope?

"LUDILO" LJUDI

Dovoljno je posmatrati njihova individualna i kolektivna ponašanja, pa zaključiti o "ludilu" ljudi. Vreme provode međusobno se uništavajući u apsurdnim ratovima u kojima propadaju proizvodi njihovog intelekta, a u miru se ubijaju od rada da bi zadovoljili mnoge artificijelne potrebe, koje često veoma malo doprinose njihovom procvatu. Upravo smo videli kakvim je fatalnim povezivanjem sedelaštvo istovremeno prouzrokovalo najveće pobede civilizacije i najveće nesreće čovečanstva; ali, analiza procesa zaslužuje da bude još produbljenija budući da čovekova “beda” ne proističe samo iz njegove žeđi za materijalnim dobrima i iz njegovog prohteva za moći. Sporost njegovog razvoja, socijalna organizacija, ustanovljenje govora isto

su tako doprineli neharmoničnoj evoluciji njegovog duševnog života.

Epigenetičke odrednice su u genezi čovekovog duševnog života prevagnule nad genetičkim odrednicama, individualne istorije nad istorijom vrste, socijalni imperativi prevagnuli su nad fundamentalnim potrebama, jezik i spoznaja nad instinktivnim ponašanjima i socio-afektivnim odnosima, a budući da je svesna aktivnost velikim delom postala nezavisna od nesvesne aktivnosti, došlo je do cepanja, razdvajanja duševnog života; utoliko više što se evolucija ljudskog mozga naročito odvijala u korist kognitivnih funkcija, o čemu svedoči napredak tehnika i znanja. Razdvajanjem nesvesnog i svesnog refleksivnog razmišljanja u čoveku je došlo do konflikta.

Zbog usporenog razvoja postao je posebno osetjiv na uslove koji prethode njegovom sazrevanju. No, sedelaštvo i promena uslova života koji su iz toga proistekli nametnuli su mu u prvim godinama detinjstva okolinu manje prilagođenu harmoničnoj ekspresiji njegovog genoma, genoma koji je, bez sumnje, nepromenjen već 20.000 do 30.000 godina. Postavši sedeoci, žene češće ostajale trudne; tako se smanjivao razmak između trudnoća i one su imale manje vremena da se posvete odgajanju i vaspitavanju mladih. Pored toga, sedelaštvo je, namećući roditeljima višak rada, skratilo vreme posvećeno negovanju mladih, komuniciranju i igranju sa njima. Sve ove promene su na nezreli ljudski mozak delovale kao isto toliko poremećaja izazvanih ozledom koji su se, u svakoj generaciji, u njega duboko upisivali. Kada ljudsko okruženje ne doprinosi, u pravom trenutku, kvantitativno i kvalitativno, onim što je mozgu potrebno, u njemu onda ostaje trag kao

da je pretrpeo oštećenje[14]. Na senzomotorne i kognitivne funkcije - sporo razvijane - ne deluju toliko neodgovarajući činioci okoline u ranom detinjstvu koliko racionalne od socio-afektivne sheme koje se fiksiraju rano i definitivno. Time se povećalo razdvajanje sve uspešnijih kognitivnih funkcija i socio-afektivnih funkcija koje su se sve više menjale u istoj meri u kojoj je civilizacija učvršćivala fetišizam i posedovanje materijalnih dobara.

Iznutra podeljen, rastrzan, čovek je "neurotična" životinja koja, a da to ne zna, trpi zbog konflikta nastalog suprotstavljanjem njegove nesvesne misli svesnoj misli, trpi zbog disharmonije koja postoji između njegovog sve razgranatijeg kognitivnog života i njegovog socio-afektivnog života koji je sve siromašniji. Ako je sedelaštvo, narušavajući neke od njegovih fundamentalnih potreba, delovalo onako kako je pripitomljavanje ili zarobljeništvo delovalo na divlje životinje, ono je njegovom psihičkom konfliktu isto tako dodalo sve konflikte među jedinkama nastale iz socijalnih i ekonomskih nejednakosti. Da li su zaista sve ove prinude nužne za napredak njegovog znanja i njegove moći nad prirodom? Govor, koji je samo mogao da pogorša psihičku nekoherentnost jedinki, zahvaljujući bogatstvu razmena koje dopušta, mogao je biti moćni faktor socijalne koherentnosti. On je, međutim, često bio izvor nesporazuma jer individualna istorija, uvek značajnija od istorije grupe ili vrste, daje rečima konotacije svojstvene svakom, naročito kada su u igri želje, strasti i ideologije; služeći se zajedničkim jezikom, ljudi čak ponekad dolaze do toga da se ne razumeju. Nije li to ono na šta hoće da nas podseti epizoda o Vavilonskoj kuli: "Hajde da sazidamo

[14] A. Bourguignon, 1981.

grad i kulu, kojoj će vrh biti do neba [...] "A Jehova reče: "Gle narod jedan i jedan jezik u svijeh i to počeše raditi i neće im smetati ništa da to ne urade što su naumili. Hajde [...] da im pometemo jezik, da ne razumiju jedan drugoga što govore."[15]

Socijalna organizacija je takođe bila nemoćna da sačuva koherentnost vrste. A iza vidljive koherencije jedinki krije se uvek taj unutrašnji sukob što održava živim izvor nesvesnog u kome se hrane naši strahovi i nesreće naše sudbine. Opet je Postanje to koje nam, preko priče o Padu, otkriva da je judeo–hrišćanska civilizacija sačuvala svest o našem izvornom nedostatku: "I žena videći da je rod na drvetu dobar za jelo i da ga je milina gledati i da je drvo vrlo drago radi znanja [...] I reče Gospod Bog: eto, čovjek posta kao jedan od nas znajući što je dobro što li zlo [...] I Gospod Bog izagna iz vrta Edemskoga da radi zemlju od koje bi uzet."[16] Ako *Homo* pre zaslužuje da bude nazvan *sapiens demens* nego *sapiens sapiens*, to znači da je znanje od njega načinilo ogledalo svemira, tehnika oholog demijurga, a "ludilo" biće koje pati i koje je usamljeno. Budući da je njegova evolucija nepovratna, jedini njegov cilj morao bi biti da prvo predvidi najkatastrofalnije posledice svog rastućeg ludila, potom da nađe srećan izlaz iz sadašnje krize civilizacije, čije poreklo sada možemo raspoznati.

---

[15] Postanje, 11: 4, 6, 7 (Prevod Đure Daničića. *Prim. prev.*)

[16] Postanje: 3: 6, 22, 23 (Prevod Đure Daničića. *Prim. prev.*)

5

BUDUĆNOST

Od svemira do Sunčevog sistema, od Zemlje do živog sveta i čoveka, prostor i vreme menjaju skalu veličine. Budućnost svemira se čoveka, u principu, tiče samo sa visoko spekulativnog gledišta. Međutim, u meri u kojoj nas ispitivanje te budućnosti, poput ispitivanja prošlosti, vodi ka boljem poznavanju zakona materije, ona se tiče naše spoznaje i moći. Budućnost živog kopnenog sveta tiče nas se u još većoj meri i tim više što smo već sposobni da zakone života koristimo ne ukidajući ih. Kako je verovatno da se sve vrste pre ili kasnije gase, važno nam je da znamo u kojim uslovima će naša vrsta doći do svog kraja. Da li će ludilo ljudi ubrzati njen kraj? Da li će njihova nauka i mudrost moći da ga uspore?

BUDUĆNOST SVEMIRA

Poput teorija o poreklu i prošlosti svemira, teorije o njegovoj budućnosti izvedene su iz naših znanja o astrofi-

zici i fizici čestica. Ali, mnogo pre drugih, prve teorije počivaju na malobrojnim, nesigurnim činjenicama koje se mogu zapaziti, kao i na često smelim spekulacijama. Danas se smatra da je svemir u stalnoj ekspanziji, a da je brzina galaksija tim veća što su one udaljenije. Trebalo bi još saznati da li će se ekspanzija nastaviti ili će doživeti kraj, da li će početna energija prevagnuti nad silama gravitacije koje su vezane za količinu materije sadržane u svemiru, ili neće. Jer budućnost zavisi od dva parametra: od brzine ekspanzije i od gravitacionih sila vezanih sa prosečnu gustinu materije. Što je ta gustina veća, jače su sile koje koče ekspanziju.

Budući da je svemir, posmatran na širokoj skali, homogen, njegova ekspanzija je definisana Hablovom "konstantom" (H_0) koja predstavlja odnos između brzine udaljavanja dva regiona kosmosa i razdaljine među njima. Kako vrednost ove konstante nije precizno poznata a brzina ekspanzije ostaje neodređena, jedino se može pribeći hipotezama. Prosečna gustina svemira do sada je bila samo postulirana. Pri tom, izračunavanje omogućava da se odredi *kritična gustina,* iznad koje bi zaustavljanje ekspanzije bilo praćeno fazom kontrahovanja, a preko koje bi se ekspanzija nastavila.

U teoriji opšteg relativiteta "zakrivljenost" svemira zavisi od prosečne brzine ekspanzije i od prosečne gustine materije. Ako je brzina ekspanzije velika u odnosu na količinu materije, kaže se da je svemir "otvoren", i on će svoju ekspanziju nastaviti ograničenom brzinom. Obrnuto, ako je srednja gustina u odnosu na brzinu ekspanzije velika, on je "zatvoren". Zatvoriće se oko samog sebe poput površine lopte, njegova ekspanzija će se zaustaviti, a on će se kontrahovati. Najzad, ako je njegova gustina jed-

naka kritičnoj gustini, kaže se da je "ravan"; ekspanzija će se usporiti a da, pri tom, neće doći do zatvaranja svemira. U ovom trenutku ova poslednja hipoteza izgleda najverovatnija. "Zaravnjenost" bi se tada objasnila veoma kratkim (10^{-30} s) periodom koji sledi velikom prasku, tokom koga bi svemir pretrpeo inflaciju reda veličine od oko 28.

Kritičnu gustinu teorija procenjuje na 5×10^{-30} g/cm^3, što je vrednost koja odgovara trima protonima po kubnom metru. U svemiru poznajemo materiju koja je "direktno" vidljiva zahvaljujući svom elektromagnetnom zračenju koje se širi radiotalasima (najveće frekvencije), gama-zracima (najmanje frekvencije), prolazeći kroz infracrvenu svetlost, vidljivu svetlost, ultraljubičastu svetlost i X-zrake. Masa je izračunata na osnovu tog zračenja, čija je energija proporcionalna frekvenciji. Prosečna gustina koja odgovara toj "vidljivoj" masi bila bi 10^{-31} g/cm^3, što će reći 50 puta manja od kritične gustine, odnosno njenih 2%. Ali, već se događalo da nepoznata masa bude otkrivena indirektno, na osnovu perturbacija, na primer, koje je uvode u orbitu nekog nebeskog tela, kao u slučaju Neptuna koji menja orbitu Urana. Dozvoljeno je, dakle, pretpostaviti postojanje "nevidljive" materije, *tamne mase.* Ona bi, uostalom, objasnila zašto krîve rotacije spiralnih galaksija bivaju spljoštene i zašto centrifugalne sile rasejavaju galaksije. Ova tamna masa bi isto tako objasnila zašto se, u skupinama galaksija, sve one okreću oko središta skupine skoro istom brzinom, dok bi, prema Keplerovom zakonu, njihova brzina trebalo da se smanjuje sa povećanjem njihovog udaljenja od središta. Kosmolozi, dakle, pretpostavljaju da se galaksije kupaju u *masivnom halou,* većem od skupine, koji bi, dodat vidljivoj masi, dao prosečnu gustinu blisku kritičnoj gustini. Najzad, imajući na umu či-

njenicu da između kinetičke i gravitacione energije vidljivih tela postoji poznat odnos, moguće je iz toga izračunati masu. Ona čini samo 20% gustine neophodne da se svemir zatvori. Druge metode potvrđuju hipotezu da tamna masa čini 80% ukupne mase. Međutim, čak i ako hipoteza o nevidljivoj masi izgleda potvrđena, ne treba izgubiti iz vida da brzina ekspanzije, gustina i zakrivljenost svemira još uvek nisu poznati.

Problemi koje postavlja verovatno postojanje tamne mase, pri čemu bi ona, po različitim autorima, predstavljala 50 do 90% ukupne mase, upravo su problemi prirode i lokalizovanja te materije. Koji su njeni sastojci, gde se ona nalazi? Na ova pitanja nikakav izvestan odgovor ne može biti dat. Prva razmatrana hipoteza je bila da je tamna masa sastavljena od neutrina i antineutrina. Oni bi vrlo rano bili izdvojeni iz materije i zračenja i trebalo bi da budu ekvivalentni broju i gustini fotona fosilnog zračenja na 2,7 K. Bili bi, dakle, milijardu puta mnogobrojniji od protona i elektrona, odnosno 300 po cm^3. Ali, masa fotona je jednaka nuli. Neutrini bi, štaviše, trebalo da budu toliko hladni (tako malo energetisani) i tako malo reaguju sa materijom da ne bi mogli biti izmereni. Međutim, ako bi oni imali masu, bilo koliko da je ona mala, gustina svemira bi dostigla kritičnu gustinu. Mnogobrojni argumenti, pri tom, govore protiv hipoteze o nevidljivoj materiji sastavljenoj od neutrina. Kada bi, naime, bilo tako, obrazovanje galaksija bilo bi skorašnje i oblik skupine galaksija bio bi bolje definisan, što je u suprotnosti podacima dobijenim posmatranjem[1].

---

[1] Krauss, 1987.

Ako su neutrini isključeni, ostaje da se traže drugi sastojci tamne mase. Sve do sada nije ništa nađeno, ukoliko to nisu teorijski entiteti poput aksiona, fotinoa ili kosmičkih pantljika, koji nikada nisu primećeni. Numeričke simulacije dozvoljavaju da se zamisli kako je, počev od nastanka svemira, tamna masa mogla postojati obrazovana od čestica koje bi bile vrlo rano prikupljene gravitacijom izvan svetlosnih sistema koji predstavljaju galaksije. No, dogodilo se da su istovremeno kosmologija, u vezi sa tamnom i hladnom masom, i fizika čestica, u vezi sa teorijama unifikacije, bile dovedene do toga da postuliraju postojanje novih nepoznatih čestica, nazvanih "egzotičnim" česticama. Mnogi autori misle da bi od svih teorijskih entiteta aksion bio najbolji kandidat u funkciji tamne mase. Već su predložene tehnike i eksperimentalni postupci za otkrivanje ovih hipotetičkih čestica.

Koje scenarije razmatrati u zavisnosti od toga da li će se svemir pokazati otvorenim, zaravnjenim ili zatvorenim? Ako ima prosečnu gustinu manju ili jednaku kritičnoj gustini, njegova ekspanzija bila bi onoliko brža koliko bi njegova gustina bila manja; ali, u svakom slučaju, on bi se postupno hladio. Sve zvezde bi, pošto su utrošile svoj vodonik, 10^{14} godina posle velikog praska, izgubile svoje planete; zatim bi se galaksije ohladile. Na kraju 10^{31} godina postojali bi samo fotoni, neutrini i crne rupe u ledenoj praznini. Takva je, krajnje pojednostavljena, budućnost, kako je zamišljaju kosmolozi, u slučaju da je svemir otvoren ili zaravnjen.

Prema suprotnoj hipotezi, koja govori o zatvorenom svemiru, širenje bi se sve više i više usporavalo, zatim bi se kretanje preokrenulo, budući da se skupljanje obavlja uz *ubrzanje, bile ugašene; same bi se stropoštale. Posle* 10^{17}

godina sve do velikog smrskavanja. Pri gustini dvostruko većoj od kritične gustine, ekspanzija bi se zaustavila 60 milijardi godina posle velikog praska, a povratak na početnu tačku bi se odigrao 40 milijardi godina kasnije. Svemir bi tada dostigao krajnje visoke, nepojmljive temperature. Da li je onda dozvoljeno razmatrati smenjivanje ciklusa, utoliko kraćih ukoliko bi gustina bila veća? U ovom trenutku to je nemoguće, jer beskrajno smenjivanje ekspanzija-kontrakcija postavlja probleme koje teorijska fizika još nije sposobna da reši.

Manje daleka od budućnosti svemira, budućnost Sunčevog sistema koju je lakše odrediti, interesuje nas još više. Možda će kroz milijardu godina, kada se osa njene rotacije bude zanjihala, Zemlja pretrpeti prvu katastrofu. Za oko pet milijardi godina Sunce bi, u svakom slučaju, trebalo da utroši svoj vodonik. Zbog helijuma prisutnog u njegovom središtu, ono bi tada izgorelo, kora bi mu se proširila tako da bi upila Veneru i Merkur, a temperatura Zemlje bi dostigla 1.200°C. Fizičari, po ugledu na autore naučne fantastike, zamislili su raznovrsna scenarija prema kojima bi čovek, zahvaljujući napretku nauke i tehnike, napustio Sunčev sistem da bi se nastanio na nekoj gostoljubivijoj planeti. Neki su čak išli dotle da su zamislili nove oblike života u ledenom svemiru. Ali sve to pretpostavlja da je čovek prethodno uspeo da izbegne prirodni proces gašenja vrsta ili nepredviđenu kosmičku katastrofu.

Ako se može birati između zaravnjenog, otvorenog ili zatvorenog svemira, treba li izabrati ovaj poslednji? Ne bi li našoj vrsti odgovaralo da svemir bude zatvoren, oživljen večnim disanjem tokom koga bi se, sve dalje i dalje, stvaralo, svakako u ograničenom vremenu, dvostruko čudo života i mišljenja? Postavši realnost, mit o večnom povratku

onda bi našem uznemirenom duhu konačno izbrisao izuzetno bolno pitanje porekla i kraja[2].

BUDUĆNOST ČOVEKA

Rod *Homo* pojavio se pre 2, možda 4 do 5 Mg, a vrsta *H. sapiens sapiens* pre oko 100.000 godina. Među životinjama smo, dakle, jedna od najmlađih vrsta. Da li je to razlog što još uvek nismo podvrgnuti procesu adaptivne radijacije? Ali, nismo li istovremeno najstarija vrsta, ona koja je počev od nastanka života prešla najduži evolutivni put, koja se usko specijalizovala u neuropsihičkoj aktivnosti? Da li je živa materija tako u nama iscrpla svoju evolutivnu sposobnost? Nesposobni za adaptivnu radijaciju, nismo li za biološku evoluciju postali ćorsokak? Za uzvrat, posedujemo sposobnost upravljanja i voljne izmene okoline, a time čak i našeg života. Možemo, kao što je primetio Leroa–Guran (1964), alatkom i mašinom ispoljavati i smanjivati svoje sposobnosti i time kulturno evoluirati.

Uprkos našim znanjima, budućnost vrste nesumnjivo je manje predvidiva od budućnosti Sunčevog sistema. Zato treba razmatrati sve hipoteze; jedne, pesimističke ili optimističke, čine je zavisnom od kulture, drugim rečima od nas samih, druge je čine zavisnom od zakona biologije kojima ćemo, kao i zakonima fizike, ostati podređeni. Naše neizvesnosti su, u stvari, ogromne. Nesumnjivo je da naša sudbina zavisi od nebrojenih faktora koji su isprepletani,

[2] Umesto mitskog večnog povratka u okrilje jedinstvenog svemira, Prigožin i Stendžers (1988) predlažu jednu mnogo grandiozniju hipotezu: "Svemir će biti neprekidno stvaranje, beskrajna smena svemira koji se rađaju svuda i idu u beskraj" (str. 167–168).

kosmičkih i klimatskih, bioloških, psiholoških i kulturnih... čiji nam je pojedinačni značaj i način povezivanja nepoznat.

Demografska istorija čovečanstva

Rast populacije živih bića, bilo koje da su vrste (bakterije, kvasci, mušice, glodari...), u zatvorenoj sredini se pokorava univerzalnom zakonu predstavljenom sigmoidnom krivom. Rast se, prvo ubrzan, usporava, a potom stabilizuje. Zone planete nastanjive za našu vrstu predstavljaju zatvorenu sredinu. Ne postoji, dakle, nikakav razlog da ljudska populacija izbegne opštem zakonu. Proistekao iz male osnivačke populacije, dugo držan u određenim granicama na istoku Afrike i izgubljen u suvoj šumovitoj savani, rod *Homo*, osetljiv i malo plodan, veoma je postupno osvojio različita staništa koja mu je pružala Zemlja. Demografi[3] procenjuju da je pre milion godina bilo 100.000 jedinki. Oko 35.000 godina pre n.e. naša vrsta, koja je jedina preživela, zahvaljujući tehničkim naprecima poznala je brzi rast, da bi potom stagnirala sve do neolita, pre 8.000 do 10.000 godina, u periodu u kome je došlo do druge demografske ekspanzije, bez sumnje kao posledice sedelaštva, koja je, sa 80 miliona jedinki, svoj vrhunac dostigla pre 2.500 godina. Nova stagnacija, i čak regresija, dogodila se u Evropi u vreme varvarskih invazija na Rimsko carstvo. Krajem VII veka, sve do 1350. godine, na Zapadu ponovo dolazi do ekspanzije populacije, ali je prekidaju epidemije kolere, glad i ratovi. Bilo je potrebno čekati do XVI veka da bi naš kontinent ponovo dostigao demografski nivo iz

[3] Belbeoch i sarad., 1986; Chesnais, 1986.

1350. godine. Najzad, počev od XVIII veka, svetska populacija ne prestaje da brzo raste: jedna milijarda 1830, 4.845 miliona 1985. godine. Od 1970. godine, međutim, rast se usporio, uz velike razlike od jedne do druge oblasti. Ako je, naime, 1985. godine godišnji rast bio 0,7% u razvijenim zemljama, u zemljama u razvoju dostizao je 2%. Sada čak postoje zemlje koje, poput Danske, Mađarske, Zapadne Nemačke, imaju negativan rast. Istovremeno sa rastom populacije, pod dejstvom različitih faktora: poboljšanja uslova života, porasta nivoa obrazovanja, povećanja prihoda, promene položaja žena, itd. Ova promena prosečnog trajanja života u industrijalizovanim zemljama imala je za posledicu starenje populacije, što im već postavlja ekonomske i socijalne probleme.

Evolucija svetske populacije bila je shematski predstavljena teorijom ili, bolje, modelom *demografskog prelaza*, prema kome, posle pretprelazne faze sporog rasta, u kojoj je visoka smrtnost dece u maloj meri nadoknađena visokim natalitetom, sledi posleprelazna faza, u kojoj mala smrtnost i natalitet isto tako za sobom povlače spori rast. Prelaz iz jedne faze u drugu obavlja se u dve etape. U prvom trenutku smrtnost opada dok natalitet ostaje visok, iz čega proističe ubrzani rast. U sledećem periodu smrtnost nastavlja da opada, potom se i natalitet sa svoje strane smanjuje. Porast traje, ali se usporava. Kada su jednom obe etape prebrođene, populacija ulazi u posleprelaznu fazu. Tada se nalazi u istoj situaciji kao i u pretprelaznoj fazi, ali je pri tom veća.

Trajanje dve prelazne etape varira od jedne zemlje do druge; ali, ono što određuje brojnost populacije posle prelaza nije toliko trajanje koliko amplituda fenomena. Faktor kojim je populacija bila umnožena tokom prelaza Še-

sne (Chesnais, 1986) naziva “prelaznim multiplikatorom populacije”. U Francuskoj faktor je skoro jednak broju 2, u Keniji je jednak broju 15 i više. Što je prelaz skoriji, on više teži da bude kraći i širi. Posmatrano u čitavom svetu, populacija bi između 1850. i 2050. godine bila umnožena faktorom 7. U Evropi je prelaz trajao jedan vek. Počeo je krajem XVIII veka opadanjem smrtnosti, završio se krajem XIX i početkom XX veka padom nataliteta. Danas su sve zemlje prevazišle pretprelaznu fazu. Prva etapa prelaza odnosi se samo na zemlje južno od Sahare, odnosno na 11% čovečanstva. Druga etapa se danas odnosi na 62% svetske populacije, od kojih 40% ima još brži rast i 22% sporiji. Najzad, razvijene zemlje, odnosno 27% populacije, ušle su u posleprelaznu fazu.

Demografska evolucija nikada nije bila pravilna, uvek se s vremena na vreme pojavljuju nepravilnosti, poput regresije u Evropi u XIV i XV veku, baby-booma posle poslednjeg rata ili negativnog rasta u nekim zemljama. U prvom slučaju diskontinuitet se objašnjava epidemijama kuge; u druga dva slučaja demografi nisu pružili nikakvo objašnjenje što, osim toga, kratkoročna predviđanja čini slučajnim. U svakom slučaju, nikada nije dokazana korelacija, pozitivna ili negativna, ekonomskog i demografskog rasta. Naprotiv, migracije u inostranstvo, poput migracija Evropljana u Ameriku u XIX veku, često koincidiraju sa rastom populacije koja migrira. Demografska eksplozija, fatalna za opstanak čovečanstva, koja je donedavno bila veoma živa, izgleda da je danas otklonjena. Većina studija procenjuje da će svetska populacija svoj maksimum dostići u XXI veku. Ali posle? Da li će se prisustvovati stabilnoj ravnoteži između male smrtnosti i niskog nataliteta ili

će čovečanstvo, naprotiv, lagano kliziti ka negativnom rastu, drugim rečima ka gašenju vrste?

Budućnost i kultura

Većina izgleda za budućnost pre svega počiva na kulturnoj evoluciji. Već uznemireni idejom o svojoj sopstvenoj smrti, isto smo tako uznemireni budućnošću čovečanstva, jer je smrt Sunčevog sistema, premda daleka, sigurna. Jednog dana sva naša dela biće uništena. Kakav je onda smisao našeg života? Kao i uvek kada smo suočeni sa strepnjom, fantazam ostaje jedini izlaz, fantazam katastrofe kod pesimista, rajski fantazam kod optimista.

Na kakve se činjenice oslanjaju pesimisti? One su mnogobrojne i danas izgleda da odnose prevagu. Naravno, neka nepredviđena kosmička ili klimatska katastrofa uvek je moguća, ali mi tu bez sumnje ne možemo mnogo da učinimo, pa je onda bolje nadneti se nad probleme koji zavise od nas. Posedujemo, naime, moć da remetimo svoj ekosistem i, ako se na stranu stavi nepojmljivost nuklearnog rata jer je toliko živa svest o njegovoj opasnosti, ne može se odagnati eventualnost postupnog uništavanja okoline: zagađenja zemlje i vodâ, povećanja količine ugljen-dioksida u atmosferi, što stvara opasan efekat staklene bašte, ili uništenja ozonskog omotača koji nas štiti od ultraljubičastih zračenja. Naše uvek sve veće ovladavanje tehnikama genetskog inženjerstva i veštačkog stvaranja dovodi do bojazni od drugih rizika koje niko ne može predvideti. U svesti su takođe prisutni štetni efekti uslova življenja i sanitarnih i društvenih mera. Medicina i socijalna pomoć, omogućavajući opstanak manje sposobnih, daleko od toga da donose poboljšanje zdravlja i, na

kraju, proizvode kontraselekciju. One omogućavaju hendikepiranima i lišenima bioloških preimućstava svih vrsta da se reprodukuju, a naslednim bolestima da se umnožavaju. Tako, povećanje frekvencije štetnih gena povećava "genetičko opterećenje" vrste. Medicina, s druge strane, upotrebom sve moćnijih i moćnijih lekova, stvara nove toksične rizike i nove bolesti, slabi prirodne odbrane organizma i, sve u svemu, smanjuje čovekovu otpornost i sposobnosti adaptacije. Jer, suprotno onom što se obično misli, nije medicina povećala nade u život, počev od rođenja — tuberkuloza je, na primer, počela da se povlači jedan vek pre otkrića antituberkuloznih antibiotika — nego poboljšanje uslova života: higijena, ishrana, pijaća voda, stanovanje, grejanje, itd. Najzad, mnogo je onih koji strepe da prodor tehnika u naš život takođe učestvuje u pogoršanju naših biopsihičkih funkcija.

Procenjujući da sve ove opasnosti mogu biti izbegnute, neki su pre uznemireni demografskom budućnošću. Još juče izbezumljeni perspektivom demografske eksplozije koja se ne može kontrolisati, danas se brinu zbog starosti populacije i mogućeg uopštavanja negativnog rasta. Jer, misle oni, fenomeni svojstveni industrijalizovanim zemljama, pre ili kasnije, proširuju se na čitavu planetu. Hemijska kontracepcija će se, na dugi rok, odraziti na plodnost žena, multiplikacija veštačkih potreba i rastuća žeđ za materijalnim dobrima i udobnostima povući će za sobom odbijanje prinuda koje nameće vaspitanje dece i čak će ugasiti želju za detetom, o čemu u razvijenim zemljama već svedoči pad nataliteta, opadanje broja venčanja, povećanje porodica sa jednim roditeljem i, ponekad, zamena dece, kućnim ljubimcima koji su manje skupi i manje smetaju.

Pod pretpostavkom da se nijedno od ovih predviđanja ne ostvari, treba još strahovati od drugih zala naše socio-kulturne evolucije. Civilizacija zasnovana jedino na beskrajnom rastu proizvodnje samo će moći da dovede do izbijanja krize energije i primarnih materija. Civilizacija u kojoj zadovoljstva povezana sa konzumacijom odnose prevagu nad zadovoljstvima međusobnih ljudskih razmena, u kojoj je nezaposlenost hronična, u kojoj odbačena deca postaju adolescentni nasilnici, delikventi, toksikomani ili su skloni samoubistvu, jedino će moći da umre. Ali, ta obeznađena civilizacija isto je tako i civilizacija otupelosti, ne zato što je natalitet manji kod inteligentnijih, kako je to verovao Galton, već zato što mediji, posebno televizija, proizvode pasivnost, guše ličnu misao poplavom informacija i vulgarnih zadovoljstava umesto da razvijaju kritički duh, prosuđivanje i kreativnost. Socijalno tkivo se na sve strane kida, komunikacije među ljudima sve su ređe i siromašnije, javnost skrnavi spontane težnje i potrebe, prinude koje nameću mašine i tehnike dolaze namesto onih koje su nekada vodile čoveka da sâm sebe prevaziđe. Neće li čovečanstvo biti sastavljeno samo od ostrvaca na kojima vlada opijenost neumerenim zadovoljavanjem veštačkih potreba i koja će biti podređenat propagandi onih koji vladaju ili onih koji su, obećavajući mu sreću, uvek stvarali nesreću. Evo nekih od mračnih slika ponuđenih našem razmišljanju, ali je, isto tako, moguće zamisliti i druge.

Svakom od ovih predviđanja optimisti mogu suprotstaviti zasnovane kritike; oni takođe mogu podsetiti da je čovečanstvo, budući da svaka stvar prouzrokuje svoju suprotnost, na bolji ili na gori način uvek uspevalo da svoju sudbinu popravi. Njihov optimizam počiva na poverenju u

nauku i u čoveka čije mu ogromne adaptivne i kognitivne sposobnosti omogućavaju da se suoči sa opasnostima, da ih prepozna i prevaziđe. Uspeće, dakle, da od Zemlje načini uravnotežen ekosistem i kasnije, kada ona zaista postane nenastanjiva zbog starenja Sunca, da je napusti zarad neke druge planete, prethodno otkrivene, proučene i posećene. Ali, pre ovih nesigurnih vremena biće potrebno da poboljšamo svoj genom i produžimo svoj život. Obdareni boljom konstitucijom, tada ćemo se sa bolestima suočiti ne pribegavajući medicini i moći ćemo aktivno da živimo sve do 140 godina. Jednostavnom smanjenjem hrane za trećinu, uz izbegavanje nedovoljne ishranjenosti[4], život nekih sisara već je mogao biti produžen od 20 do 70%. Još značajniji rezultati mogli bi se dobiti kontrolisanom mutacijom gena starenja. Kada kontrola bude osigurana — ako se to jednog dana dogodi! — predlozi socijalnog darvinizma i eugenetike postaju bespredmetni. Ostvarivanje stabilne demografske ravnoteže još je manje utopijsko. Negativni rast može biti izbegnut, bar privremeno, kao što pokazuje primer dve Nemačke. Zapadna i Istočna Nemačka su 1975. godine, uz veoma različite političke režime i nivoe života, imale najniži nivo fekonditeta na svetu (1,5 dete po ženi). Počev od 1976. godine, zahvaljujući politici podrške nataliteta, nivo fekonditeta u Istočnoj Nemačkoj[5] je povećan. Kako taj rezultat nije bio trajan, postavlja se pitanje da li je moguće definitivno zaustavljanje smanjenja broja novorođenčadi u jednoj populaciji. U svakom slučaju, uvek će postojati neki narod koji će popuniti praznine koje je stvorio neki drugi. Ukidanjem rasipanja, sta-

[4] Walford, 1985.
[5] Chesnais, 1987.

bilizacijom proizvodnje i ovladavanjem energijom fuzije, između ostalog, biće izbegnuta kriza primarnih materija i energije. Bolja biološka konstitucija, udružena sa produženjem života, ukinuće ekonomske i socijalne teškoće koje stvara zloupotreba medicine i starenje[6]. Povećanje slobodnog vremena svakom će pružiti priliku da razvije svoju kreativnost. Tehnologije informacije učiniće društvo racionalnijim i osiguraće prvenstvo intelektualnim i duhovnim vrednostima. Posle definitivne smrti ideologija, rodiće se jedno harmonično i pacifističko planetarno društvo. To će biti povratak Raju ili ulazak u Obećanu zemlju.

Dok su predviđanja pesimista kratkoročna ili srednjoročna, optimisti su skloni dugoročnosti; ali, i jedni i drugi, bilo našta da se oslanjaju, potvrđuju da smo ušli u najozbiljniju krizu civilizacije sa kojom se čovečanstvo ikada suočilo. Međutim, sva predviđanja počivaju na po sebi razumljivoj ideji da možemo izbeći fundamentalnim biološkim zakonima, posebno zakonima prirodne selekcije i gašenja vrsta.

Budućnost i biologija

Da bi se procenila biološka budućnost naše vrste, potrebno je razmotriti dva problema, problem prirodne selekcije i problem gašenja.

Prema mnogim autorima, socio-kulturna evolucija sprečava da *prirodna selekcija* uspe. Ovo sprečavanje odgovorno je, naime, za povećanje "genetičkog opterećenja", jer bi najmanje sposobni imali iste šanse za reprudukciju kao i najsposobniji. Vrsta bi se, dakle, postupno

[6] Danzin, 1985.

degenerisala. Naravno, čovek je bar delimično ovladao najtežim spoljašnjim prinudama koje su dugo održavale smrtnost mladih na visokom nivou. Međutim, ne treba zaboraviti da selekcija isto tako zavisi od fekunditeta parova. Da bi selekcija bila eliminisana, trebalo bi, po Dobžanskom (1961), da sve jedinke stupe u brak, da svi parovi imaju isti broj dece, da se ona sva rode i da broj potomaka koji preživljavaju zavisi od slučaja, a ne od genetičke konstitucije. Takvi uslovi su očigledno zaista neostvarivi.

Da bi potkrepio svoje iskaze, Dobžanski se poziva na radove u kojima je Krou (Crow, 1958) definisao indeks intenziteta selekcije: $I = \frac{V}{\overline{W}^2}$, gde V predstavlja varijansu[7] broja rođenja po jedinki, a $\overline{W}$ prosečnu vrednost tog broja. Ovaj indeks u stvari predstavlja zbir dvaju činilaca: indeksa smrtnosti I_s i indeksa fertiliteta I_f. Indeks smrtnosti I_s predstavlja odnos između broja umrle dece pre perioda roditeljstva i broja dece koja preživljavaju zrelo doba. Indeks fertiliteta I_f je odnos varijanse broja rođenja po odrasloj jedinki (Vf) i kvadrata prosečne vrednosti tog broja($\overline{X}^2{}_s$). Tako, što je smrtnost mladih i varijansa fekonditeta veća, selekcija je značajnija, i čak ako je smrtnost jednaka nuli, selekcija nastavlja da funkcioniše kada je I_f veliko. Crou i Špuler (Spulher)[8] su 1961. godine na neočekivan način otkrili da se I_f povećava kada se prosečan broj dece po porodici smanjuje, kao što pokazuje sledeća tabela:

[7] Varijansa: zbir kvadrata odstupanja od srednje vrednosti podeljen sa brojem posmatranja.

[8] Navedeno u Dobzhansky, 1961.

	$\overline{\overline{W}}$(1)	I_f(2)
Kvebek (seosko stanovništvo)	9,9	0,20
Huteriti (SAD)	9,0	0,17
Gana	6,5	0,23
Južni Novi Vels, 1898–1902	6,2	0,42
Amerikanci rođeni 1839.	5,5	0,23
Amerikanci rođeni 1866.	3,0	0,64
Amerikanci koji su živeli 1910.	3,9	0,78
Amerikanci koji su živeli 1950.	2,3	1,14
Navaho iz Ramaha (Novi Meksiko)	2,1	1,57

(1) $\overline{\overline{W}}$ = prosečan broj dece po porodici.

(2) $I_f = \dfrac{\text{varijansa broja dece po odrsloj osobi}}{\text{kvadrat prosečne vrednosti ovog broja}}$

Povećanje I_f u ovoj tabeli objašnjava se činjenicom da varijansa broja dece po porodici raste sporije od kvadrata prosečne vrednosti ovog broja. Dakle, $I_f = \frac{V_f}{X_s^2}$ tim je veće što je broj dece po porodici manji. Tamo gde se rađa manje dece, smanjenje I_s je veće od kompenzacije nastale povećanjem I_f, čime je indeks intenziteta selekcije veći. Selekcija traje čak i kada je smrtnost mladih eliminisana; ona još posreduje preko verovatnoće obrazovanja parova, želje da se imaju deca i sposobnosti da se ona imaju.

Postojanje *diferencijalnog fekonditeta* u ljudskim grupama ljudi zaista potvrđuje trajanje prirodne selekcije uprkos uplitanju higijene, medicine i socijalne pomoći. Poput jedinki, porodicâ i linija potomstva, gase se i socijalne grupe, narodi i civilizacije. Proučavajući nastanak prezimena u matičarskim registrima u Engleskoj, Stedžes

(Sturges) i Heget (Haggett)[9] iznenadili su se konstatujući da je 75% prezimena koja su 1350. godine bila uobičajena danas nestalo. Druge slične podatke pružio mi je Biraben. Oko 1960. 75% stanovnika Danske bili su potomci 25% Danaca iz 1820. godine. Istovremeno, u Francuskoj, u kojoj je fekunditet bio manji 90% Francuza vodilo je poreklo od 10% populacije iz 1789. godine. Najzad, 25% žena rođenih u Francuskoj 1881. godine, a koje su imale troje i više dece, osiguralo je 75% sledeće generacije[10]. Ovi podaci objašnjavaju se selektivnom moći diferencijalnog fekunditeta.

Isti je slučaj sa nekih socijalnim grupama, kao što je ustanovilo klasično Levijevo i Anrijevo (Levy i Henry, 1960) istraživanje na potomcima francuskih vojvoda i perova, oženjenih između 1650. i 1800. godine. U 59 porodica bar jedan vojvoda i per oženio se u ovom periodu. Proučavanje demografskih karaktera ove kaste je otkrilo:

1) Frekvencija neopozivog celibata muškaraca bila je bar dva puta veća nego kod ostatka populacije, očigledno sa jednom godinom braka manje.

2) Nivo legitimne fekunditeta žena nije prestajao da opada, i to tim više što je starost žene bila veća, sa padom između 30. i 40. godine. Ovo opadanje autori objašnjavaju voljnim ograničenjem rađanja. Mislim da je u ovoj uskoj kasti ona pre poticala od krvnog srodstva koje, kao što je pokazao Uajld (Wildt) sa saradnicima (1987), za sobom povlači opadanje fekunditeta.

---

9 Navedeno u Dewdney, 1986.

10 Vincent, 1946.

	Period braka		
	1350–1699	1700–1749	1750–1799
Prosečan broj dece po porodici	6,15	2,79	2,0
Žene bez dece (udate pre 20. godine)	9%	21%	35%
Žene koje su imale jedno do dvoje dece	13%	42%	46%
Starost majki pri rođenju poslednjeg deteta	31,2	26,7	25,1

3) Smrtnost u zrelom dobu bila je veća kod vojvoda i perova nego kod pariske buržoazije koja je imala bolju sanitarnu situaciju.

Bilo koja da su objašnjenja ovog opadanja fekunditeta, privilegovana socijalna grupa vojvoda i perova, oženjenih između 1650. i 1800. godine, težila je da se ugasi. Isti zaključak mogao se izvesti u vezi sa celim francuskim plemstvom koje je 1789. godine imalo 200.000 do 250.000 članova, a koje danas obuhvata možda deseti deo tog broja, dok se francuska populacija uopšte znatno povećala. Što se naroda tiče, videli smo da u nekim zemljama, poput Danske, Mađarske i Istočne Nemačke, isto tako postoji negativan rast. Ponovno oživljavanje nataliteta u Istočnoj Nemačkoj kratko je trajalo; od 1980. do 1985. godine on je ponovo počeo da opada. Valeri (Valéry) nas je podsetio na to da su i civilizacije smrtne.

Ali, čemu pripisati taj pad fekunditeta koji dovodi do potpunog ili delimičnog gašenja linija i društvenih grupa? Bez sumnje preplitanju mnogobrojnih, manje ili više slučajnih faktora, čija je priroda istovremeno biološka i psiho-sociološka. Što se tiče porodica, O. Burginjon (1984) je izneo na videlo značajnu korelaciju nekih fenomena koji

bi mogli biti pokazatelji što najavljuju ili prate proces gašenja. Reč je o preranoj smrtnosti (pre 30. godine) i mentalnoj bolesti. Jedna anketa, koja se odnosila na 70 porodica sa bar jednim prevremeno umrlim detetom i 30 kontrolnih porodica bez umrle dece pokazala je, naime, da kod prvih ima deset puta više hospitalizovanih mentalnih bolesnika nego kod drugih. Nasuprot tome, u 100 porodica sa mentalnim bolesnicima nađeno je znatno više prve generacije potomaka umrle pre 30. godine nego u 100 kontrolnih porodica[11]. Ali, najznačajnija činjenica koja potvrđuje vrednost ovih verovatnih pokazatelja gašenja predstavlja to što u porodicama u kojima ima umrle dece i mentalnih bolesti nivo plodnosti dece koja preživljavaju znatno je manji nego u njihovoj početnoj porodici i u kontrolnoj porodici iste generacije.

U slučaju zatvorenih socijalnih grupa, poput grupe vojvoda i perova, osim voljnog ograničenja rađanja — koje uostalom ne objašnjava povećanu smrtnost odraslih — pored smanjenja genetičke varijabilnosti koje potiče od krvnog srodstva, zar ne bi bilo dozvoljeno pozvati se i na gubitak "vitalnosti" (strah od rizika i briga)? Nisu li, na različite načine, kolektivni psihološki šokovi poput onog koji je za francusko plemstvo predstavljala Revolucija, ili nacizam i poraz za Nemačku, uticali na natalitet? Nisu li kulturne mutacije naše epohe takođe mogle funkcionisati u istom smislu? Što se smrti civilizacija tiče, ona se isto tako može objasniti na različite načine, jer lanac procesa neophodnih za rađanje može biti prekinut u mnogim tačkama i u mnogim prilikama. Ako je rimska civilizacija ustuknula pred jurišem varvara, ona je isto tako patila od

[11] A. Bourguignon i sarad., 1989.

niskog nataliteta. Nije li Plinije Mlađi u vezi sa Rimljanima zapisao: "Većini sin jedinac predstavlja suviše težak teret u poređenju s povlasticama neplodnosti." U prekolumbijskim civilizacijama u XVI veku stanovništvo je više bilo desetkovano infektivnim bolestima koje su doneli Španci nego vatrenim oružjem, a kulturu i populacije Indijanaca Severne Amerike u XIX veku savladali su naročito rat i alkohol. Nestanak potomstava i naroda daje prirodnoj selekciji izvesnu orijentaciju, ali to nije dovoljno da dokaže kako ljudska vrsta mora jednog dana nestati.

Gašenje vrste predstavlja proces koji je, u različitim vremenskim razmacima, izgleda neizbežno uvek postojao, bar što se tiče najsloženijih vrsta poput kičmenjaka. Ukoliko je tačno da naša vrsta označava kraj evolucije, hipotezu o gašenju podvrste *Homo s. sapiens* bilo specijacijom, transformacijom u neku drugu vrstu koja će odstraniti našu, bilo potpunim i definitivnim gašenjem ne treba, dakle, isključiti.

Prva hipoteza koju treba razmotriti jeste hipoteza o transformaciji vrste. Zaista, od svog pojavljivanja pre manje od 100.000 godina, *Homo s. sapiens* je sasvim očigledno evoluirao; primećene izmene su, pri tom, pre svega morfološkog reda[12]. Počev od gornjeg paleolita pojavila se težnja ka brahicefalizaciji, zaokrugljivanju lobanje, jer se poprečna osa brže razvijala od uzdužne, kao i težnja ka gubljenju zuba "umnjaka"[13] i smanjenju lica. Kasnije ske-

[12] Necrasov, 1981.

[13] Brejs (Brace) i saradnici (1987) pokazali su da je veličina zuba počela da se smanjuje pre oko 100.000 godina, sa stopom od 1% svakih 2.000 godina. Ovo smanjenje se ubrzalo (1% svakih 1.000 godina) kada se, pre oko 10.000 godina, pojavila grnčarija, koja je omogućila pripremu tečne i polutečne hrane.

let postaje finiji, o čemu svedoče smanjenje koštanih reljefa, stanjivanje lobanjskih kostiju i izduživanje tela, promene koje su sve, bez sumnje, povezane sa sedelaštvom i predstavljaju feminizaciju tela muškarca. Sasvim skoro došlo je do ubrzanja rasta u visinu, jer se u XX veku dostizanje konačne visine pomerilo sa 26,5 godina na 20,5 godina, pri čemu se od 1926. do 1960. godine visina povećavala, u toku jedne decenije, za 1 do 2 cm; ova varijacija nije svuda imala isti ritam. Ovo ubrzanje rasta i razvića potvrđeno je u urbanoj sredini porastom prevremene polne zrelosti. Onda je opravdano pitati se nije li ovde reč o regresiji, budući da je usporavanje razvoja jedna od najznačajnijih osobina hominizacije. A povodom povećanja broja porodica sa jednim roditeljem u industrijalizovanim zemljama ne možemo se uzdržati a da ne podsetimo na socijalnu organizaciju višemužjačkih grupa majmuna. Ništa, po svemu sudeći, ne najavljuje rađanje jedne nove vrste jer primećene modifikacije ostaju u granicama fenotipskih varijacija koje potiču od promena okoline, poput urbanizacije i poboljšanja uslova života, posebno ishrane. Ali, ništa ne potvrđuje da evolutivni proces koji je omogućio transformaciju vrste *Homo habilis* u vrstu *Homo erectus*, zatim u *Homo sapiens*, mora konačno biti zaustavljen.

Druga hipoteza koju treba razmotriti je hipoteza o potpunom gašenju vrste, dakle gašenju porodice hominida i roda *Homo* čiji je on poslednji i jedini živi predstavnik. Ovo gašenje bi, sve u svemu, predstavljalo kraj manje ili više pravilnog evolutivnog ciklusa kome bi svaka vrsta bila podređena. Mnogobrojni su razlozi zbog kojih je sasvim neverovatno da čovek ovu sudbinu izbegne. Prvo zato što bi to podrazumevalo da je stekao sveukupno znanje i ovladao svim fizičkim, biološkim i socio-kulturnim proce-

sima na kojima je njegovo postojanje zasnovano; no, ovo je nemoguće zato što je nauka po prirodi ograničena i nepotpuna. Zatim, zato što je ljudska vrsta, suprotno onome što se čini, biološki osetljivija od mnogih vrsta sisara, i zato što je njenu osetljivost, nadoknađenu inteligencijom, još više povećala kulturna evolucija.

Osetljivost jedne vrste je mera složenosti njene organizacije; time, kao što to dokazuje postupno gašenje gorila i šimpanza, ona predstavlja cenu, a svoj najvidljiviji izraz, kao što smo videli u vezi sa gepardom, nalazi u slabosti reproduktivnih funkcija. Čestoću seksualnih poremećaja kod čoveka delikatno je iznositi na videlo, suprotno teškoćama oplođenja, do kojeg retko dolazi samo posle jednog snošaja, možda zbog nedovoljne rezerve sperme. Kada do oplođenja dođe, česti su rani spontani abortusi koji ne bivaju primećeni, a kada trudnoća prođe bez nezgoda, porođaj je mnogo tegobniji nego kod životinja. Isto se tako treba podsetiti da je period fekunditeta kod žene prekinut menopauzom, fenomenom koji ne postoji kod drugih sisara. Najzad, činjenica da je razvoj deteta, biološki prevremen, krajnje spor i da zahteva prinudne uslove gajenja, isto tako svedoči o osetljivosti vrste.

Jednu drugu posledicu strukturne i funkcijske složenosti predstavlja relativna učestalost grešaka u prenošenju genetičke poruke sa generacije na generaciju. Ove greške mogu biti upisane bilo u samim sekvencama DNK, bilo u organizaciji genoma u hromozome. One objašnjavaju vrlo visok nivo spontanih abortusa i postojanje bolesti genetičkog porekla čiji broj sa napredovanjem istraživanja raste, a da si, ne govori o svim onim bolestima koje su indirektno genetički određene, ako ni zbog čega drugog ono zbog okolišne predispozicije. Kako je oko polovine genoma na-

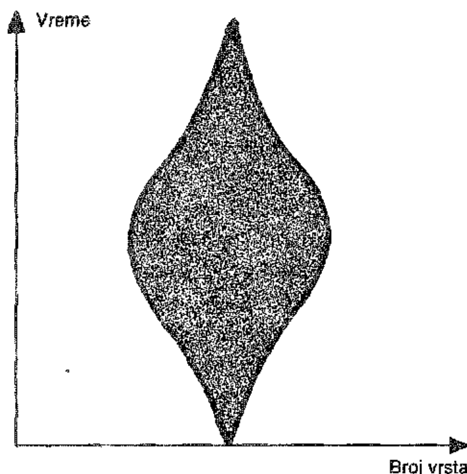
menjeno specifikaciji mozga, ne treba biti iznenađen što su psihički poremećaji kod čoveka češći nego kod svake druge vrste, uprkos redundanciji kružnih puteva i mnoštvu sistema kontrole i regulacije. Ako mentalne bolesti imaju uticaj na budućnost vrste, to je zato što se izdvajanjem bolesnih smanjuje njihov fekunditet, ne uzimajući u obzir skraćenje trajanja njihovog života[14]. Najzad, kako kod *Homo s. sapiens*-a jedinka ima prvenstvo nad vrstom, njena budućnost je još slučajnija.

Bilo šta se o tome mislilo, sedelaštvo i kultura, kao njegova posledica, predstavljaju poslednji uzrok osetljivosti. U izvesnoj meri oni deluju poput zarobljeništva na divlje životinje, drugim rečima prvo se odražavaju na reproduktivne funkcije i na seksualnost. I dok se u zatočeništvu jedan broj životinja ne razmnožava, u industrijalizovanim i urbanizovanim zemljama čovek voljno smanjuje svoju plodnost a prevremena rođenja i rođenja carskim rezom postaju učestalija. Među Afrikancima koji su imigrirali u Francusku smanjuje se stepen rađanja posle preseljavanja. Ovome treba dodati da su u našim društvima uslovi vaspitavanja i razvoja dece daleko od idealnih, jer ako spoljašnje prinude menjaju prirodu, unutrašnje prinude se umnožavaju. A ako se okrenemo medicini, mora se konstatovati da ona, iako za jedinke ima kratkotrajne plodonosne efekte, na dugi rok prouzrokuje smanjenje otpornosti vrste. Na kraju, vrsta će se ugasiti kada broj parova koji nisu sposobni da prenesu život prevaziđe broj parova koji su za to sposobni i koji to žele.

Budući da je hipoteza o definitivnom gašenju naše vrste prihvaćena, ostaje da se teoretski razmotri datum do-

[14] Meslé i sarad., 1981.

gađaja. Raup i saradnici (1973) i Guld i saradnici (1977) pokazali su da evolucija klade shematski ima oblik jednog manje ili više izduženog vretena, i da svoju najveću ekspanziju i diverzifikaciju dostiže na sredini svog života da bi se potom postupno ugasila.



Ako se u toj teorijskog shemi broj vrsta zameni brojem ljudi, mogu se razmatrati dve hipoteze. Ukoliko se posmatra samo rod *Homo,* čije poreklo seže do -2 ili -3 Mg i čija bi maksimalna ekspanzija bila dostignuta u XXI veku, gašenje bi se dogodilo za 2 do 3 Mg, što nam ostavlja lepu budućnost. Ukoliko se, naprotiv, razmatra samo vrsta *Homo s. sapiens,* koja se pojavila pre manje od 100.000 godina, do gašenja bi došlo za oko 100.000 godina, što je nemerljivo kraće. Ali, ovo su samo spekulacije.

Umesto da se rastužujemo nad gašenjem vrste, pre bi trebalo da se začudimo nad njenom istorijom. Nismo li od

samog početka zbog slabog fekunditeta i naših osrednjih čulnih i motornih sposobnosti biološki veoma osetljivi. Ništa nije dopuštalo predviđanje da ćemo doživeti jednu takvu demografsku ekspanziju jer, ukoliko se isključe sitni sisari, među sisarima smo danas jedna od najbrojnijih vrsta. Ako gašenje nije ubrzano nekom kosmičkom, ekološkom, nuklearnom ili drugom katastrofom, ono se može pripisati samo biološkim zakonima koji vladaju evolutivnim ciklusima, a posmatranja geparda pružaju nam o tome jedno zaoažanje. Da li će naše postupno gašenje proisteći iz procesa smanjenja fekouditeta zbog promene genoma i gameta i oslabljivanja biološke pouzdanosti jedinki?

Malo nas se tiče da li će čovek nadživeti prokariote i insekte; važno je pobediti lažno alarmantne ideje i na vreme se suočiti sa problemima. Ako su industrijalizovani narodi bili osuđeni na pad nataliteta, drugi, koji su plodniji, doći će da popune praznine, kao što su varvari privremeno ublažili klonulost Rimljana a da nisu konačno odbacili njihove kulturne tekovine. Da bi preživele, razvijenim zemljama će bez sumnje biti u interesu da praktikuju politiku imigracije koja će obogatiti i diverzifikovati njihovu genetičku rezervu, čak i ako ona postavlja i postavljaće delikatne probleme integracije. Ne treba se plašiti medicinskih i socijalnih mera u pogledu bolesnih i lišenih svakog biološkog preimućstva, jer te mere ni na koji način ne ometaju prirodnu selekciju čija istrajnost, čak i u slučaju slabog nataliteta, nastavlja da osigurava izjednačavanje genotipova sa sredinom. Time su eugenizam i socijalni darvinizam, zasnovani na ideji stalnog pojačavanja "genetičkog opterećenja", osuđeni kao nekorisni i gnusni. Nije, na kraju, nemoguće da čovek, obdaren intelektom i prosuđivanjem, razreši krizu civilizacije kroz koju ona danas prolazi.

ZAKLJUČAK U OBLIKU OTVARANJA

Neznanje je čovekovo progonstvo; domovina mu je nauka.

Honorijus iz Otena
(XII vek)

Čovek? Pitanje bezvremeno i bez odgovora, koje se danas javlja u stotinama novih pitanja otvorenih za razmišljanja i razmatranja. Pitanje koje samome sebi postavlja biće satkano od materije-prostora-vremena i koje predstavlja sadašnji završetak duge istorije čije je pojmljive granice odredio on sam, istorije koju neprestano opisuje svojim neznanjem.

Ta istorija je, na fonu univerzalnih zakona i konstanti, u svojoj poslednjoj verziji, istorija preobražaja energije u početnoj "praznini". Na početku, koji smo mi fiksirali, vladali su neuređeno jedinstvo, jednostavnost i homogenost, u koje su se već upisivali beskrajni potencijali čije je ostvarenje bilo samo manje ili više verovatno. Iz slučajnih međudejstava i postepenih grananja koja su bila podređena i omeđena "zakonima prirode", nastala je raznolikost oblika materije, uzgloblјenih jedni u druge, koji su se spajali i usložnjavali, počev od čestica, atoma i molekula, pa sve do živih jedinki koje opažaju i koje, na kraju, misle, jedinki

čija je svaka nova vrsta vodila poreklo od jednog malog uzorka prethodne vrste.

Samoorganizacija materije u različite i uvek složenije oblike obavlja se slučajnim oscilacijama oko osovine orijentisane u vremenu, pokušajima i greškama, lutanjima i porazima, oko osovine čija su dva kraja predstavljena jedinstvenim entitetom: u početku najjednostavnija hemijska vrsta, atom vodonika; u današnjem trenutku najsloženija životinjska vrsta, čovek.

Prvim unutrašnjim prinudama, univerzalnim zakonima, stalno su se na slučajan način pridruživale spoljašnje dezorganizujuće prinude koje su dopuštale da opstanu samo entiteti sposobni da uspostave svoju koherentnost i stabilnost, štaviše da se reorganizuju u nove, uvek složenije oblike. Pojavljivale su se sve samostalnije žive jedinke čija je transformacija onda sve više zavisila od njihovih sopstvenih ponašanja, od umnožavanja nivoa organizacije koji su se zatvarali u same sebe, sve do stanja krajnjeg zatvaranja u kome promišljena svest od jedinke čini ličnost.

Mi smo u stanju da delimično rekonstruišemo istoriju nežive materije rasprostrte u svemiru, no, sve do danas, bilo je moguće opisati istoriju žive materije samo na Zemlji. Ali, da li se ona isto tako odvijala drugde i na sličan način? Da li ćemo to ikada saznati?

Mnogo puta se evolucija, podređena zakonima i ćudima prirode, zaustavljala, stagnirala, da bi potom ponovo krenula ka većoj složenosti. Da smo ostali lovci-sakupljači nomadi, nikada ne bismo prešli tu novu etapu evolucije koja se, posle nežive materije, potom žive materije, tiče refleksivne misli materije. Ali, možemo li obuzdati tu radoznalost, taj impuls koji podstrekava sve životinje na borbu i širenje, od onog trenutka u kome smo stekli načine da

kroz nas same evoluira naš duh? Odustajući od lutanja, smestili smo se u gradove u kojima su zadaci bili podeljeni; međutim, neki su se, oni smeliji, usudili da misle drukčije od ostalih i da svojim pronalascima i otkrićima produže evoluciju. Tako neki vekovima, u dobru i u zlu, razvijaju napore mišljenja, imaginacije, stvaranja, samom sklonošću svog srca i duha prouzrokuju jedan novi svet osećanja, zakona, ideja i *predmeta. Da li je čovek mogao da zna da* će, zaustavljajući se na jednom mestu, stvoriti uslove za razvoj svojih stvaralačkih, ali isto tako i razaračkih snaga, uslove za razvoj svoje veličine, ali i svoje bede?

Jer, kukavno je čovekovo fizičko biće. Život i snage su mu ograničeni. Čulima opaža tako malo stvari iz svoje okoline; vidom tek usku traku elektromagnetnog spektra. *Pred ekološkim poremećajem ili kosmičkom katastrofom* naći će se bez odbrane. Njegova nadmoć je delom varka jer je, doista, potčinjen zakonima prirode.,

Ograničen u svom mišljenju, teži da se projektuje na svet. Da bi nadoknadio svoju slabost i svoj strah od smrti, kuje ideologije koje pretenduju na Istinu, i prisvaja sebi pravo da sebi sličnog ubije ne bi li trijumfovale te iluzorne istine. Vidi samo jednu stranu stvari i tako sam sebi zabranjuje otkrivanje mnogostranih, prividno suprotstavljenih strana. Budući da predstavlja nemerljivo mali delić svemira, osuđen je da nikada do kraja ne upozna sebe samog ni sve ono što ga okružuje.

Njegovo neznanje se uvećava u meri u kojoj raste njegovo znanje. Što više upoznaje fizički svet, to je veće njegovo nepoznavanje tog sveta. Što stiče više bogatstava, to je veće njegovo duhovno osiromašenje. Na dobra koja proizvodi za svoj boljitak, zadovoljstvo ili svoju nadmoć, ustremljuje se da ih uništi. Žeđ za vlašću i posedovanjem neke

ponekad dovodi do dominacije, ako ne do uništenja drugih. Ako, dakle, suprotnosti cepaju jedinku, borbe i suparništva među socijalnim grupama razbijaju jedinstvo vrste.

Međutim, pred licem životinje, on je velik, jer je jedini koji zna da je kukavan. Zahvaljujući njemu i kroz njega, evolucija oživljava u stalnom stvaranju ne samo dela, ideja, teorija već isto tako strasti i zabrana. U njemu se materija zatvara u samu sebe da bi se spoznala i sebe promišljala. Dugo nesposoban da se otrgne od sopstvene slike i od namera projektovanih izvan samog sebe, kroz nauku je uspeo da se razlikuje od ostatka svemira, da bi o njemu pružio diferenciranu viziju. Svojim instrumentima umeo je da prevaziđe ograničenja svoje trenutne percepcije, da zameni vidljivim i varljivim slikama nevidljivu oblast pojmova i da pristupi univerzalnosti zakona prirode. Svojim mašinama uspeo je da prevaziđe granice svog tela, umnožio je svoje snage i sposobnosti. Nemajući drugog sagovornika obdarenog mišljenjem, znao je da otkrije svoje mesto u vremenu i prostoru, na podjednakoj razdaljini od reda krajnjih poznatih veličina, između one najudaljenijeg primećenog kvazara i Plankove dužine[1].

Međutim, kako on ostaje neznalica u pogledu samog sebe i tek počinje da nazire svoju pravu prirodu, uvek je zatvorenik svoje dvostruke moći da stvara i da uništava, neravnoteže između svog znanja o predmetima i znanja o svom duhu, svog raspinjanja između biti i imati. Da bi izbegao najveće nesreće, pred njim se otvara jedan put: popuniti provaliju koja razdvaja nauke o prirodi od nauka o čoveku i pronaći jedinstvo u kosmosu, u vrsti i jedinkama, a ne poništiti raznolikost i složenost.

[1] Razdaljina najudaljenijeg primećenog kvazara: 10^{28} cm; Plankova dužina: 10^{-33} cm.

Nauka već nastoji da spozna jedinstvo sveta, jedinstvo koje je izmaklo njenom prvom pogledu, jer je, s punim pravom, počela da prihvata beskrajnu raznolikost vidljivih stvari. Danas ona počinje da naslućuje red u neredu, kontinuitet u diskontinuitetu i otkriva da se iza mnoštva skriva jedno, iza stabilnog—promenljivo. Međudelovanje je dugo bilo posmatrano pre svega kao razgradnja. Evolutivna nauka je bila ustanovljena na pojmovima selekcije i konkurencije među vrstama, istorijska nauka na pojmovima borbe i kompeticije među ljudima ali, postupajući na taj način, one su sakrivale solidarnost i kooperaciju. A ukoliko u prirodi ima dezorganizacije i destrukcije, u njoj isto tako ima samoorganizacije i stvaranja novog. Ova dva komplementarna aspekta svakog međudelovanja danas su priznata.

*Od svih ljudskih aktivnosti ona koja je svojim napredo*vanjem ne samo podražavala evolutivni proces, već u njemu najefikasnije učestvovala, ona koja je najmoćniji motor, jeste nauka. U njoj je, kao i u evoluciji života, ograničena populacija podređena prinudama istraživanja, naporu pobeđivanja; svi učesnici su u konkurenciji i istovremeno kooperiraju u istom cilju. Ideje i teorije se množe sve dok jedna od njih ne otkrije novi pravac. Međutim, ništa nije konačno stečeno, sve se menja, nijedna izvesnost nije apsolutna, sve mogućnosti treba razmotriti jer se ne zna da li je možda ona najluđa ta koja će se ostvariti. Posmatrana na širokoj skali i na skali istorije, nauka je moćna reka — sa nepravilnim ali uvek sve bržim tokom — koja se neprekidno proširuje, deli u hiljade rukavaca, koja se svime hrani, porazima kao i uspesima, greškama kao i istinama, koja prima sve tokove mišljenja, reka čiji su pravci i značenje određeni, ali čije se ušće gubi u neprozirnoj magli. Pri tom, ta nauka, koja se stalno menja, greši što zanemaruje

spoznaju čoveka čiji je, međutim, ona proizvod; dakle, nauka i čovek ne mogu se jedno bez drugog razumeti; jer čovek je poput glave velikog tela prirode, a nauka koja ne brine stalno o čoveku brzo postaje okrutno neljudska.

Ukoliko "svako kraljevstvo podeljeno uprkos samom sebi hrli svojoj propasti", ljudska vrsta fragmentisana u antagonističke nacije ne može preživeti bez rizika. Sve političke ili religiozne ideologije su do sada, dakle, propale u svojim poduhvatima pacifikacije i ujedinjenja vrste jer su se sve vezale za jednu istinu, konačnu, koja ne dopušta kritiku, ali, u stvari, beznačajnu i protivrečnu evolutivnom procesu. Ipak, kroz konflikte i rivalstva, uprkos pustošenjima i masakrima, ujediniteljske snage su na delu, snage koje s vremenom rastu. Od svih ljudskih kreacija nauka je ta koja se najbolje uliva u tok evolucije. Već odavno naučna zajednica ne poznaje granice, govori istim jezikom i štedro između sebe deli sve ono što je stekla. Nauka je, prva, dostigla univerzalnost, ali, malo pomalo, druge oblasti kulture postaju zaista zajedničke čovečanstvu. Evolucija duha, koja se još nalazi na svom početku, već se najavljuje u svetskoj ekonomiji, planetarnoj civilizaciji. Kakav strah treba imati pred takvom orijentacijom? Ne uči li nas istorija svemira da u okrilju jedinstva uvek iskrsava raznolikost? Nije li nauka o čoveku često davala za pravo utopiji?

Što se jedinstva ličnosti tiče—komplementarnosti i harmonije koji se odnose na delove njenog duha—ona će biti ponovo nađena putem spoznaje, to jest kroz istoriju, genezu, koja prikazuje, sve do samog njenog porekla ili, bolje, počev od njenog porekla, put koji je svako biće prešlo. Budući da odraslo biće postaje od deteta, dublje poznavanje deteta olakšaće razumevanje čoveka, što je dobro uvideo Frojd. Što se deteta tiče, njegove prirodne sklonosti i po-

trebe još će biti bolje spoznate, moći će da mu budu ponuđeni bolji uslovi razvoja; jer danas, a da toga roditelji i učitelji nisu svesni, njegovo vaspitanje je pokretač psihičkih sukoba i nimalo ne doprinosi potpunom procvatu njegovih mogućnosti. Sigurno je da će se mnogi zahtevi u duševnom životu održati, ali dozvoljeno je nadati se da će njihova komplementarnost zameniti njihovu suprotstavljenost. Tada će nesumnjivo doći do preokretanja vrednosti: "biti" će odneti prevagu nad "imati", posedovanje znanja nad posedovanjem materijalnih dobara, solidarnost nad borbom. Biće stvorena druga bogatstva koja će stvoriti druge potrebe i pružiti druga zadovoljstva, najveća zadovoljenja telu i duši.

Možda nije nerazumno zamišljati da se tu i tamo manjine odlučno odriču konvencija modernog života ne da bi se vratile starinskom načinu življenja, već da bi, naprotiv, na zemlji dali novi zamah ljudskoj evoluciji ka većem jedinstvu i promišljanju. Da bi to učinile, podređuju se askezi koju zahteva mišljenje, stvaranje, meditacija, uz prihvatanje rizika poraza i razočarenja. Prednosti i radosti jednog bogatijeg života samo se mogu širiti. Tada će se život obogatiti jednim novim smislom: produženjem evolucije ka jednom nad–bivanju svakog bića, svih, uprkos uverenju o neminovnoj smrti. I čovek, u svojoj ponovo nađenoj skromnosti, najzad će znati da je istinu, u stalnoj promeni, prouzrokovalo vreme, možda bez početka i kraja, ali uvek usmereno ka budućnosti.

Veritas filia temporis

Bernar iz Šartra

BIBLIOGRAFIJA

Adeoye Lambo T., 1974, L'enfant africain vulnérable, u E.J. Antony i C. Koupernik (izd.), *The Child in his family*, tom 3: *Children at psychiatric risk*. Njujork, John Wiley & Sons; franc. prev. *L'enfant dans sa famille. L'enfant à haut risque psychiatrique*, Pariz, PUF, str. 257-273.

Alzon, C., 1978, *Femme mythifiée, femme mystifiée*, Pariz, PUF.

Aron, C., 1984, La neurobiologie du comportements sexuel des Mammifères, u J. Delacour (izd.), *Neurobiologie des comportements*, Pariz, Hermann, str. 55-108.

Atlan, H., 1972, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Pariz, Hermann.

Atlan, H., 1979, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Pariz, Ed. du Seuil.

Atlan, H., 1984, Le problème corps-esprit comme cas particulier d'organisation en nivaux: rôle du langage, *Psychol. Médicale*, *16*, 1053-1058.

Atlan, H., 1986*a*, Créativité biologique et autocréation de sens. Cognition et complexité, *Cahiers du CREA*, br. 9, 145-189.

Atlan, H., 1986*b*, Créativité biologique et autocréation de sens, u Sciences et symboles, Pariz, Albin Michel, str. 317-348.

Atlan, H., Fogelman-Soulié F., Salomon J. i Weisbuch G., 1981, Random boolean networks, *Cybern. Syst., 12*, 103-121.

Beauchamp G., Yamazaki K. i Boyse E., 1985, La reconnaissance olfactive de l'identité génétique, *Pour la science*, br. 95, 79-86.

Beauvoir S. de, 1949, *Le deuxième sexe*, Pariz, Gallimard, 2. tom.

Begouën R. i Clottes J., 1984, Un cas d'érotisme préhistorique, *La Recherche, 15*, 992-995.

Belbeoch O., Charbit Y., Faron O., Magescas J.-B. i Mata C., 1986, *La population mondiale. Vers une stabilisation au XXI^e siècle*, Pariz, La Documentation française.

Benedicti F.I., 1583, *La somme des pechez, et les remedes d'iceux*, Lion, Pierre Landry, 1596.

Bensaude O. i Morange M., 1984. A quoi servent les protéines de choc thermique, *La Recherche, 15*, 1589-1590.

Berge C., 1983, Spécificité du petit bassin humain (*Pelvis minor*). Rapports entre filière génitale et volume cérébral, u M. Sakka (ur.), *Morphologie évolutive. Morphogenèse du crâne et origine de l'Homme*, Pariz, Ed. du CNRS, str. 115-124.

Bernard de Chartres, navedeno u J. Le Goff, *Les intellectuels au Moyen Age*, Pariz, Ed. du Seuil, 1957.

Bishof N., 1975, Comparative ethology of incest avoidance, u R. Fox (izd.), *Biosocial Anthropology*, London, Malaby Press, str. 37; franc. prev. Ethologie comparative de la prévention de l'inceste, u R. Fox (ur.), *Anthropologie biosociale*, Brisel, Ed. Complexe, 1978, str. 55-95.

Blaffer Hrdy S., 1981, *The women that never evolved*, Kejmbridž, Mass., Harvard University Press; franc. prev. *Des guenons et des femmes. Essai de sociobiologie*, Pariz, Ed. Tierce, 1984.

Blanc M., 1982, Les théories de l'évolution aujourd'hui, *La Recherche, 13*, br. 129, 26-40.

Blaustein A. i O'Hara R., 1986, La reconnaissance consanguine chez les têtards, *Pour la Science*, br. 101, 26-33.

Bolk L., 1926, *Das Problem der Menschwerdung*.

Bonis L. de, 1983, L'évolution des Primates supérieurs: un exemple d'équilibre ponctué?, u J. Chaline (izd.), *Modalités, rythmes et mécanismes de l'évolution biologique. Gradualisme phylétique ou équilibres ponctués?*, Pariz, Ed. du CNRS, str. 67-72.

Borgia G., 1986, La sélection sexuelle chez les oiseaux à berceau, *Pour la Science*, br. 106, 88-96.

Bounak V.V., 1958, L'origine du langage, u *Les processus de l'hominisation*, Pariz, Ed. du CNRS, str. 99-111.

Boureau E., 1985, Du nouveau sur l'apparition de la vie. Recherches récentes sur les origines de l'organisation biologique, *Science*, br. 1, br. 3, 7-9 i 65-84.

Bourguignon A., 1981, Fondements neurobiologiques pour une théorie de la psychopathologie. Un nouveau modèle, *Psychiat. Enfant*, *24*, 445-540.

Bourguignon A., Stylianidis S., Livartowski A., Bourguignon O., Etude de la mortalité avant 30 ans dans les familles de psychotiques, *Ann. méd.-psychol.*, 1989, *147*, 1-13.

Bourguignon O., 1984, *Mort des enfants et structures familiales*, Pariz, PUF.

Bowlby J., 1969, *Attachment and loss*, tom I: *Attachment*, London, Hogarth Press; franc. prev. *Attachement et perte*, tom I: *L'attachement*, Pariz, PUF.

Bowsher D., 1976, L'évolution des neurones chez les vertébrés, *La Recherche*, *7*, br. 72, 935-944.

Brace C.L., Rosenberg K.R. i Hunt K.D., 1987, Gradual changes in human tooth size in late Pleistocene and post-Pleistocene, *Evolution*, *41*, 705-720.

Brou P., Sciascia T., Linden L. i Lettvin J., 1986, Les couleurs des choses, *Pour la Science*, br. 109, 44-51.

Burkhardt R., 1977, *The spirit of system. Lamarck and evolutionary biology*, Kejmbridž, Mass, Harvard University Press.

Cairns-Smith A., 1985, Les premiers organismes vivants, *Pour la Science*, br. 94, 24-33.

Cantin M. i Genest J., 1986, Le coeur est une glande endocrine, *Pour la Science*, br. 102, 43-49.

Capra F., 1984, Conversation avec R. Weber, u K. Wilber (izd.), *Le paradigme holographique*, Montreal, Le Jour Editeur, str. 325-367.

Cauvin J., 1987, L'apparition des premières divinités, *La Recherche, 18*, br. 194, 1472-1480.

Cech T., 1987, Quand l'ARN est une enzyme..., *Pour la Science*, br. 111, 80-89.

Chaline J., Marchand D. i Berge C., 1986, L'origine de la bipédie, članak rezimiran u *La Recherche, 17*, 233.

Charachidzé G., 1983, Un chaudron de vérité au Caucase, *Genre humain*, br. 7-8, 253-261.

Chauvin R., 1985, *La biologie de l'esprit*, Monako, Ed. du Rocher.

Chesnais J.-C., 1986, *La transition démographique. Etapes, formes, implications économiques. Etude de séries temporelles (1720-1984) relatives à 76 pays*. INED, Travaux et Documents, sveska br. 113, Pariz, PUF .

Chesnais J.-C., 1987, Quand un peuple en devient deux: une Allemagne et l'autre, *Population et Sociétés*, br. 209, 1-4.

Cloud P., 1983, La biosphère, *Pour la Science*, br. 73, 138-150.

Coon C.C., 1978, L'adaptation humaine, *La Recherche, 9*, 438-448.

Cooper E.L., 1979, L'évolution de l'immunité, *La Recherche, 10*, br. 103, 824-833.

Coppens Y. i Senut B., 1985, Les Préhumains, u J. Dorst (izd.), *Histoire des êtres vivants. Le monde animal*, Pariz, Hachette, str. 411-420.

Courtin J., 1984, La guerre au Néolithique, *La Recherche, 15*, 448-458.

Crews D., 1988, Parade nuptiale et développement du cerveau. *Pour la Science*, br. 124, 26-31.

Crow J.F., 1958, Some possibilities for measuring selection intensities in man, *Hum. Biol., 30*, 1-13.

Damasio A., Bellugi U., Damasio H., Poizner H. i Van Gilder J., 1986, Sign language aphasia during left-hemisphere amytal injection, *Nature, 322*, 363-365.

Damhoudère J. de, 1554, *Enchiridion rerum criminalium.* Louvain, Etienne Gualterus i Jean Bathenius; franc. prev. 1564, *Practice judiciaire es causes criminelles,* Anver, Jean Bellère

Danchin A., 1983, *L'oeuf et la poule. Histoires du code génétique,* Pariz, Fayard.

Danchin A., 1985, La mise au point du message génétique, *La Recherche, 16,* br. 166, 688-689.

Danzin, A., 1985, Technologies de l'information et évolution sociale, *Cahiers du MURS,* br. 3 (jesen), 21-43.

Darnell J., 1985, L'ARN, *Pour la Science,* br. 98, 41-52.

Darnell J. E., Doolittle W. F. 1986, Speculations on the early course of evolution, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 83,* 1271-1275 (Biochemistry).

Darwin C., 1859, *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature,* franc. prevod VI engleskog izdanja, Pariz, Reinwald, 1876; Maspero, 1980.

Darwin C., 1871, *The descent of man, and selection to sex,* Murray, II izd 1874; franc. prevod II engleskog izdanja, *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle,* Pariz, Reinwald, III izd. 1881, Brisel, Ed. Complexe, 1981.

Deputte B., 1987, L'évitement de l'inceste chez les Primates, *La Recherche, 18,* br. 193, 1332-1342.

Desmond Clark J., Berhane Asfaw, Getaneh Assefa, Harris J. W. K., Kurashina H., Walter R. C., White T. D. i Williams M. A. J., 1984, Palaeoanthropological Discoveries in the Middle Awash Valley, Ethiopia, *Nature, 307,* 423-428.

Devillers C.,1981, La genèse des mammifères, *La Recherche, 12,* 580-589.

Dewdney A., 1986, Comment construire l'arbre généalogique des espèces de l'ère primaire et celui des noms de famille, *Pour la Science,* br. 105, 14-18.

Dickerson R., 1978, L'évolution chimique et l'origine de la vie, *Pour la Science,* br. 13, 26-45.

Dickerson R., 1980, Le cytochrome *c* et l'évolution du métabolisme, *Pour la Science,* br. 31, 60–72.

Dobzhansky T., 1961, *Mankind Evolving*, New Haven (Conn.), Yale University Press; franc. prev. *L'homme en évolution*, Pariz, Flammarion, 1966.

Doolittle R., 1985, Les protéines, *Pour la Science*, br. 98, 54–65.

Dubois M., Atten P. i Bergé P., 1987, L'ordre chaotique, *La Recherche*, 18, br. 185, 190–201.

Dutrillaux B., 1982, Des origines de l'homme. L'approche du généticien, *Prospect. Santé*, br. 24, 97–102.

Dutrillaux B., 1986, Le rôle des chromosomes dans l'évolution: une nouvelle interprétation, *Sem. Hôp. Pariz*, 62, br. 41, 3249–3255.

Edelson C. i Fink J., 1985, Le rôle immunitaire de la peau, *Pour la Science*, br. 94, 59–67.

Eigen M., Gardiner W., Schuster P. i Winkler-Oswatitsch R., 1981, L'origine de l'information génétique, *Pour la Science*, br. 44, 102–122.

Einstein A. i Freud S., 1933, Warum Krieg? Pariz, Internationales Institut für Geistige Zusammenarbeit (Völkerbund); franc. prev. Frojdovog pisma u S. Freud, *Résultats, idées, problèmes*, t. II, Pariz, PUF, str. 203–215.

Eldredge N., 1982, La macro-évolution, *La Recherche*, 13, 616–626.

Eldredge N. i Gould S. J., 1972, Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism, u T. J. M. Schopf (ur.), *Models in Paleobiology*, San Francisko, Freeman, Cooper & Co., str. 82–115.

Fabre J., 1981, Paléoécologie et lamarckisme, u *Lamarck et son temps, Lamarck et notre temps*, Pariz, Libr. J. Vrin, str. 213–231.

Felsenfeld G., 1985, L'ADN, *Pour la Science*, br. 98, 30–40.

Flandrin J.-L., 1973, L'attitude à l'égard du petit enfant et les conduites sexuelles dans la civilisation occidentale. Structures anciennes et évolution, *Annales de Démographie historique*, 143–210.

Fontaine Y.-A., 1984, Les hormones et l'évolution, *La Recherche*, 15, br. 153, 310–320.

Forest M. G., 1983, Ontogenèse de la fonction hypophyso–gonadique chez l'Homme, u J. M. Saez, J. Bertrand, J. R. Ducharme, R. Collu (ur.), *Ontogenèse du système endocrinien*, Pariz, Ed. INSERM, str. 359–390.

Forey P., 1984, L'origine des Tétrapodes, *La Recherche*, 15, 476–487.

Fossey D., 1983, Gorillas in the mist, Boston, Houghton Mifflin, franc. prev. *Treize ans chez les Gorilles*, Presses de la Cité, 1984.

Fox R., 1975, Parenté chez les primates et systèmes de parenté humains (franc. prev.), u R. Fox (ur.), *Biosocial Anthropology*, London, Malaby Press; franc. prev. *Anthropologie biosociale*, Brisel, Ed. Complexe, 1978, str. 19–54.

Freud S., 1912–1913, *Totem und Tabu*, Lajpcig i Beč, Heller, 1913; franc. prev. *Totem et tabou*, Pariz, Payot, 1951.

Freud S., 1916–1917, *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse*, Lajpcig i Beč, Heller; franc. prev. *Introduction à la psychanalyse*, Pariz, Payot.

Freud S., 1920, *Jenseits des Lustprinzips*, Lajpcig, Beč i Cirih, Internationaler Psycho–analytischer Verlag; franc. prev. *Au–delà du principe de plaisir*, u S. Freud, *Essais de psychanalyse*, Pariz, Payot, novi prev., 1981.

Freud S., 1921, *Massenpsychologie und Ich–Analyse*, Lajpcig, Beč i Cirih, Internationaler Psuchoanalytischer Verlag; franc. prev. *Psychologie des foules et analyse du moi*, u S. Freud, *Essais de Psychanalyse*, Pariz, Payot, 1981, str. 117–217.

Freud S., 1930, *Das Unbehagen in der Kultur*, Beč, Internationaler Psychoanalytischer Verlag; franc. prev. *Malaise dans la civilisation*, Pariz, Ed. Denoël & Steele, 1934.

Fricke H., Reinicke O., Hofer H., Nachtigall W., 1987, Locomotion of the coelacanth *Latimeria chalumnae* in its natural environment, *Nature*, *329*, 331–333.

Galaburda A. M., 1985, La dyslexie et le développement du cerveau, *La Recherche*, *16*, 762–769.

Garstang W., 1929, The morphology of the Tunicata and its bearing on the phylogeny of the Chordata, *Quart. J. Microsc. Sc.*, *72*, 51–187.

Gehring W., 1985, Les molécules du développement, *Pour la Science*, br. 98, 120–132.

Gélis J., Laget M. i Morel M.–F., 1978, *Entrer dans la vie. Naissances et enfances dans la France traditionnelle*, Pariz, Ed. Gallimard–Juilliard.

Ghiglieri M., 1985, L'écologie sociale des Chimpanzés, *Pour la Science*, br. 94, 34–41.

Gimbutas M., 1978, La fin de l'Europe ancienne, *La Recherche*, *9*, 228–235.

Girard R., 1972, *La violence et le sacré*, Pariz, Grasset.

Goujet D., 1985 a, Les premières étapes, u J. Dorst (ur.), *Histoire des êtres vivants. Le monde animal*, Pariz, Hachette, str. 285–298.

Goujet D., 1985 b, La sortie des eaux, u J. Dorst (ur.), *Histoire des êtres vivants. Le monde animal*, Pariz, Hachette, str. 329–342.

Gould S. J., 1977, *Ever since Darwin. Reflections in natural history*, Njujork, Norton & Company Inc.; franc. prev. *Darwin et les grandes énigmes de la vie*, Pariz, Ed. Pygmalion, 1979.

Gould S. J., 1980, *The Panda's thumb. More reflections in natural history*, Njujork, W. W. Norton; franc. prev. *Le pouce du Panda*, Pariz, Grasset & Fasquelle, 1982.

Gould S. J., 1983, *Hen's teeth and horse's toes*, Njujork, London, W. W. Norton & Co.; franc. prev. *Quand les poules auront des dents..., Réflexions sur l'histoire naturelle*, Pariz, Fayard, 1984.

Gould S. J., Lewontin R. C., 1982, L'adaptation biologique, *La Recherche*, *13*, 1494–1502.

Gould S. J., Raup D. M., Sepkoski J. J., Schopf T. J. M. i Simberloff D. S., 1977, The shape of evolution: a comparison of real and random clades, *Paleobiol.*, *3*, 23–40.

Grassé P. P., 1973, *L'évolution du vivant. Matériaux pour une nouvelle théorie transformiste*, Pariz, Ed. Albin Michel.

Gros F., 1986, *Les secrets du gène*, Pariz, Ed. Odile Jacob.

Grouchy J. de, 1981, Les facteurs génétiques de l'évolution humaine, u D. Ferembach (ur.), Les processus de l'homanisation. L'évolution humaine. Les faits. Les modalités, Pariz, Ed CNRS, str. 283–293.

Hakim R., 1987, Histoire brève de la cosmologie et de ses instruments: l'oeil et la raison, u J. Schneider, *Aux confins de l'Univers*, Pariz, Fayard–Fondation Diderot, str. 19–31.

Harlow H. F., 1972, Love created. Love destroyed. Love regained, u R. Chauvin (ur.), Modèles animaux du comportement humain, Pariz, Ed. du CNRS, str. 13–58; diskusija, str. 58–60.

Harlow H. F. et Harlow M. K., 1965, The effects of early social deprivation on Primates, in J. de Ajuriaguerra (ur.), Désafférentation expérimentale et clinique, Ženeva, Georg, i Pariz, Masson, str. 67–77.

Hartmann, C., 1985, Les gènes de la mort, *La Recherche*, 16, 838–839.

Hay R. et Leakey M., 1982, Les empreintes de pas fossiles de Laetoli, *Pour la Science*, br. 54, 28–37.

Hélène R., 1985, La clef des origines. Les même molécules pour tous les êtres vivants, u J. Dorst (ur.), Histoire des êtres vivants, Pariz, Hachette, str. 15–41.

Hofnung M., 1986, La défense du patrimoine héréditaire, *La Recherche*, 17, br. 177, 636–651.

Hofstadter D., 1979., Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid, Njujork, Basic Books; franc. prev. Gödel, Escher, Bach: les Brins d'une Guirlande éternelle, Pariz, InterEditions, 1985.

Honorius d'Autun, naved. u J. Le Goff, Les intellectuels au Moyen Age, Pariz, Ed. du Seuil, 1957.

Howard–Flanders P., 1982, Pourquoi y a–t–il si peu de mutants?, *Pour la Science*, br. 51, 102–112.

Hublin J. –J., 1987, Qui fut l'ancêtre de l'Homo sapiens?, Pour la Science, n° 113, 26–35.

Imbert M., 1979, Le développement du système visuel. Rôle de l'expérience précoce, J. Physiol., Pariz, 75, 207–217.

Imbert M., 1982, Les mécanismes neuro–biologiques du développement perceptif postnatal, u Naissance du cerveau, Susret u Monaku 4, Nanter, Société Néstlé i Société Guigoz, str. 133–138.

Imbert M., 1983, La neurobiologie de l'image, *La Recherche*, 14, br. 144, 600–613.

Israël A., Une nouvelle hormone du cerveau, *La Recherche*, 17, 1451–1452.

Jacob F., 1981, Le jeu des possibles. Essai sur la diversité du vivant, Pariz, Fayard.

Jakobson R., 1982, Einstein et la science du langage, Le Débat, br. 20, 131–142.

Jeannerod M., 1983, Le cerveau–machine. Physiologie de la volonté, Pariz, Fayard.

Jost A., 1947, Recherches sur la différenciation sexuelle de l'embryon de lapin. III: Rôle des gonades foetales dans la différenciation sexuelle somatique, *Arch. Anat. microsc. Morphol. expér.*, *36*, 271–315.

Jouventin P i Weirmerskirch H., 1984, Les albatros, *La Recherche*, 15, 1228–1240.

Karli P., 1982, Neurobiologie des comportements d'agression, Pariz, PUF.

Karli P., 1987, L'Homme agressif, Pariz, Ed. Odile Jacob.

Kimura M., 1980, La théorie neutraliste de l'évolution moléculaire, *Pour la Science*, br. 27, 48–56.

King M.–C. i Wilson A. C., 1975, Evolution at two levels in Humans and Chimpanzees, Science, 188, 107–116.

Krauss L., 1987, La matière sombre dans l'Univers, *Pour la Science*, br. 112, 82–93.

Krukoff S., 1978, Structures angulaires constantes au cours de l'évolution du crâne, chez l'homme actuel et fossile et chez les singes supérieurs, u Les origines humaines et les époques

de l'intelligence, Pariz, Njujork, Masson, str. 117–152, sa 14 slika, na kraju toma.

Laitman J.T., 1986, L'origine du langage articulé, *La Recherche*, 17, 1164–1173.

Lalande A., 1976, Vocabulaire technique et critique de la philosophie, Pariz, PUF.

Lallemant S., Lallemand S., Jolivet L. i Huchon P., 1986, Kaiko: l'exploration des fosses du Japon, *La Recherche*, 17, 1345–1356.

Lamarck J.–B., 1801, an IX, Système des animaux sans vertèbres, Pariz, kod autora i Deterville.

Lamarck J.–B., 1802, an X, Recherches sur l'organisation des corps vivans, Pariz, kod autora i kod Maillard.

Lamarck J.–B., 1809, Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'Histoire naturelle des Animaux..., Pariz, kod Dentu i kod autora.

Lamarck M. le Chevalier de, 1815, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres..., tom I: Introduction, Pariz, Verdière (knjižara).

Lamarck J.–B., 1817, Homme, u Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle, Pariz, Deterville, tom XV, str. 270–276.

Lamarck M. le Chevalier de, 1820, Système analytique des connaissance positives de l'Homme..., Pariz, A. Belin (štampar-knjižar).

Largeault J., 1971, Enquête sur le nominalisme, Pariz, Lauvain, Nauwelaerts.

Largeault J., 1988, Principes classiques d'interprétation de la nature, Pariz, Libr. Vrin, i Lion, IIEP.

Lawick–Goodall J. Van, 1970, In the shadow of man, London. Collins; franc. prev., Les Chimpanzés et moi, Pariz, Stock, 1971.

Leakey R. E., 1981, The making of mankind, London, Rainbird Publ. Group Ltd., franc. prev. La naissance de l'Homme, Ed. de Fanal, 1981.

Lejeune J., 1968, Adam et Eve ou le monogénisme, Nouv. Rev Théol., 90, 191–197.

Lengyel I., 1981, Serological examinations of some Homo erectus finds, u D. Ferembach, Les processus de l'hominisation. L'évolution humaine. Les faits. Les modalités, Pariz, Ed. du CNRS, str. 295–298.

Leroi–Gourhan A., 1964–1965, Le geste et la parole. I: Technique et langage; II: La mémoire et les rythmes, Pariz, Albin Michel.

Leroi–Gourhan A., 1965, Préhistoire de l'art occidental, Pariz, Mazenod, 2. izd., 1971.

Leroi–Gourhan A., 1983, Les chasseurs de la préhistoire, Pariz, Ed. A.–M. Métaillé.

Leutenegger W., 1972, Newborn size and pelvic dimension of Australopithecus. Nature, 240, 568–569.

Lévi–Strauss C., 1949, Les structures élémentaires de la parenté, Pariz, PUF.

Lévy C. i Henri L., 1960, Ducs et pairs sous l'Ancien Régime. *Caractéristiques démographiques d'une caste.* Population, 15, 807–830.

Lieberman P., 1975, L'évolution du langage humain, *La Recherche*, 6, 751–757.

Lowenstein J.–M., 1983, La génétique des fossiles, *La Recherche*, 14, 1266–1270.

Lucotte G., 1978, Variabilité génétique et évolution, *Pour la Science*, br. 13, 83–97.

Lucotte G., 1983, Un aïeul commun pour l'homme et les grands singes? Ce que révèlent les protéines, Science Avenir, br. 38, 67–73.

Mac Lusky N. J., 1986, Déterminisme épigénétique du sexe du point de vue biologique, Confront. psychiatr., br. 27, 183–210.

Mandelbrot B., 1975, Les objets fractals. Forme, hasard et dimension, 2. prerađeno izd., Pariz, Flammarion, 1984.

Margulis L. i Sagan D., 1985, L'origine des cellules eucaryotes, *La Recherche, 16*, br. 163, 200–208.

Marty R., 1981, Conceptions moléculaires de l'évolution (génétique et écologie), u D. Ferembach (izd.), Les processus de

l'hominisation. L'évolution humaine. Les faits. Les modalités, Pariz, Ed. du CNRS, str. 305–311.

May R., 1978, L'évolution des systèmes écologiques, *Pour la Science*, br. 13, 113–124.

Mayr E.,1970, Population, Species and Evolution, Kembridž (Mass.), Harvard University Press; franc. pev. Populations, espèces et évolution, Pariz, Hermann, 1974.

Mayr E., 1981, La biologie de l'évolution, Pariz, Hermann.

Meslé F., Vallin J., 1981, La population des établissements psychiatriques: évolution de la morbidité ou changement de stratégie médicale?, Population 36, 1035–1067.

Meyer F., 1985, Temps, devenir, évolution, Communications, br. 41, 111–122.

Milgram M. i Atlan H., 1983, Probabilistic automata as a model for epigenesis of cellular networks, J. Theoret. Biol., 103, 523–547.

Miquel A., 1986, Les cannibales de la préhistoire, *La Recherche*, *17*, 1448–1449.

Monod J., 1970, Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne, Pariz, Ed du Seuil.

Moreno A., 1986, Epistémologie des modes de représentation des systèmes vivants, Cahiers du CREA, br. 9, 191–221.

Morin E., 1973, Le paradigme perdu: la nature humaine, Pariz, Ed. du Seuil.

Morris D., 1967, The naked ape, London, Jonathan Cape; franc. prev., Le singe nu, Pariz, Grasset, 1968.

Mouchès P., Pasteur N., Bergé J.–B., Hyrien O., Raymond M., Saint–Vincent B. R. de, Silvestri M. de i Georghiou G. P., 1986, Amplification of an esterase gene is responsible for insecticide resistance in a california Culex Mosquito, Science, 233, 778–780.

Mounin G., 1968, Clefs pour la linguistique, Pariz, Ed. Seghers, 1971, pregledno i ispravljeno izdanje.

Nauta W. i Feirtag M., 1979, L'organisation du cerveau, *Pour la Science*, br. 25, 51–64.

Necrasov O., 1981, Les tendances évolutives de l'Homme actuel, u D. Ferembach, Les processus de l'hominisation. L'évolution humaine; les faits, les modalités, Pariz, Ed. du CNRS, str. 159–167.

O'Brien S., Wildt D. i Bush M., 1986, Le guépard en péril génétique, *Pour la Science*, br. 105, 34–42.

Ohno S., 1980, L'évolution des gènes, *La Recherche*, 11, br. 107, 4–14.

Paillard J., 1987, Système nerveux et fonction d'organisation, u J. Piaget, P. Mounoud i J.–P. Bronckart, Psychologie, Pariz, Gallimard, str. 1378–1441.

Pascal B., Œuvres complètes, Pariz, Gallimard, Biblioteka Plejada, 1960.

Perlès C., 1987, La naissance du feu, L'Histoire, br. 105, 28–33.

Piaget J., 1974, Adaptation vitale et psychologie de l'intelligence. Sélection organique et phénocopie, Pariz, Hermann.

Piaget J., 1976, Le comportement, moteur de l'évolution, Pariz, Gallimard

Pichot A., 1980, Eléments pour une théorie de la biologie, Pariz, Maloine.

Pinson G., 1985, L'information holographique, u G. Pinson (ur.), La pensée, approche holographique, Lion, Presses Universitaires de Lyon, str. 229–280.

Poincaré H., 1908, Science et méthode, Pariz, Flammarion.

Potts R., 1985, L'homme, ce charognard, *La Recherche, 16*, 685–687.

Prescott J. W., 1975, Body pleasure and the origins of violence, Futurist, 9, 64–74.

Prigogine I., 1972, La thermodynamique de la vie, *La Recherche, 3*, 547–562.

Prigogine I., 1986, Nouvelles perspectives sur la complexité, u Science et pratique de la complexité, Pariz, La Documentation française, str. 129–141.

Prigogine I. i Stengers I., 1979, La nouvelle alliance. Métamorphose de la science, Pariz, Ed. Gallimard.

Prigogine I. i Stengers I., 1988, Entre le temps et l'éternité, Pariz, Fayard.

Radman M., 1974, Phenomenology of an inducible mutagenic DNA repair pathway in *E. coli*: SOS repait hypothesis, u L. Prakash, F. Sherman, M. W. Miller, C. W. Lawrence, H. W. Taber (ur.), *Molecular and environmental aspects of mutagenesis*, Springfild, Ili.m C. C. Thomas Publ., str. 128–142.

Radman M., 1985, Stabilisation et diversification de l'information génétique, Wellcome Europe Informations, br. 18. 4–5.

Rakic P., 1985, Limits of neurogenesis in Primates, Science, 227, 1054–1056.

Raup D. M., Gould S. J., Schopf T. J. M. i Simberloff D. S., 1973, Stochastic models of phylogeny and the evolution of diversity, J. Geol., 81, 525–542.

Richardson J., 1986, Les Branchiopodes, *Pour la Science*, br. 109, 62–69.

Risset J.–C., 1986, Son musical et perception auditive, *Pour la Science*, br. 109, 32–43.

Roffi J., Corbier P. i Rhoda J., 1983, Ontogenèse des sécrétions endocrines testiculaires chez le rat nouveau–né, u J. M. Saez, J. Bertrand, J. R. Ducharme, R. Collu (ur.), Ontogenèse du système endocrinien, Pariz, Ed. INSERM, str. 309–328.

Roheim G., 1950, Psycho–analysis and anthropology, Njujork, International Universities Press; franc. prev., 1967, Psychoanalyse et anthropologie, Pariz, Gallimard.

Rosa D., 1931, L'ologenèse. Nouvelle théorie de l'évolution et de la distribution géographique des êtres vivants, Pariz, Librairie Félix Alcan.

Rougeon F., 1986, La diversité des anticorps, *La Recherche*, *17*, 680–689.

Rousseau J.–J., 1755, Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes, Amsterdam, Marc Michel Rey.

Ruelle D., 1980, Les attracteurs étranges, *La Recherche 11*, 132–144.

Rufin J.–C., 1981, L'évolution fixe, Pariz, PUF.

Rukang W. i Sheng-Long L., 1983, L'homme de Pékin, *Pour la Science*, br. 70, 21–29.

Sahlins M., 1972, Stone age economics, franc. prev. Age de Pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives, Pariz, Gallimard, 1976.

Salk J., 1973, The survival of the wiset, Harper and Row; franc. prev. Qui survivra?, Pariz, Fayard, 1978.

Schatzman E., 1986, Les enfants d'Uranie. A la recherche des civilisations extraterrestres, Pariz, Ed. du Seuil.

Schindewolf O., 1936, Paläontologie, Entwicklingslehre und Genetik, Bornträger.

Schopf W., 1978, L'évolution des premières cellules, *Pour la Science*, br. 13, 64–82.

Senut B., 1981, L'humérus et ses articulations chez les Hominidés plio-pleistocène. Cahiers de Paléontologie (Paléoanthropologie), Pariz, Ed. du CNRS.

Shapiro J., 1988, Le comportement de groupe des bactéries, *Pour la Science*, br. 130, 30–37.

Short R., 1984, L'allaitement, *Pour la Science*, br. 80, 12–20.

Sibley C. i Ahlquist J., 1986, La classification des Oiseaux d'après leur AND, *Pour la Science*, br. 102, 79–90.

Spierer P. i Goldschmidt-Clermont M., 1985, La génétique du développement de la mouche, *La Recherche*, *16*, 452–461.

Stanley S., 1984, Les extinctions massives dans les océans, *Pour la Science*, br. 82, 38–47.

Stebbins L. i Ayala F., 1985, L'évolution du darwinisme, *Pour la Science*, br. 95, 48–59.

Sulloway F. J., 1981, Freud biologist of the mind. Beyond the freudian legend. Njujork, Basic Books; franc. prev. Freud biologiste de l'esprit, Pariz, Fayard, 1981.

Szyfman L., 1982, Lamarck et son époque, Pariz, Masson.

Testart A., 1982, Les chasseurs–cueilleurs ou l'origine des inégalités, Pariz, Société d'ethnographie.

Testart A., 1986, Essai sur les fondements de la division sexuelle du travail chez les chasseurs–cueilleurs, Pariz, Ed. de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences sociales.

Thaler L., 1973, Nanisme et gigantisme insulaires, *La Recherche, 4*, 741–750.

Thom R., 1972, Stabilité structurelle et morphogenèse. Essai d'une théorie générale des modèles, II pregledano, ispravljeno i prošireno izdanje, Pariz, Inter–Editions, 1977.

Thuillier P., 1982, Darwin, était–il darwinien?, *La Recherche, 13*, 10–25.

Tobias P. V., 1980, L'évolution du cerveau humain, *La Recherche, 11*, 282–292.

Tonegawa S., 1985, Les molécules du système immunitaire, *Pour la Science*, br. 98, 106–118.

Trinkaus E., 1986, Les Néandertaliens, *La Recherche, 17*, 1040–1047.

Truffa–Bachi P. i Leclerc C., 1986, Comment les cellules coopèrent pour défendre l'organisme, *La Recherche, 17*, 702–717.

Valentine J., 1978, L'évolution des plantes et des animaux, *Pour la Science*, br. 13, 99–110.

Valladas H., Vandermeersch B. i Bar–Yosef O., 1988, L'évolution de l'homme: les surprises du Proche–Orinet, *La Recherche, 19*, 966–968.

Vandel A., 1968, La genèse du vivant, Pariz, Masson.

Varela F., 1983, L'auto–organisation: de l'apparence au mécanisme, u P. Dumouchel i J.–P. Dupuy (ur.), L'auto–organisation. De la physique au politique, Pariz, Ed. du Seuil, str. 147–164.

Varmus H., 1987, La transcription inverse, *Pour la Science*, br. 121, 34–40.

Vendryès P., 1973, Vers une théorie de l'homme, Pariz, PUF.

Vidal G., 1984, Les premières cellules eucaryotes, *Pour la Science*, br. 78, 46–57.

Vincent P., 1946, L'utilisation des statistiques des familles, Population, I, 143–154.

Vivès J.–L., 1542, Livre de l'institution de la femme chrétienne, tant en son enfance, que mariage et viduité..., prevod sa latinskog P. de Changy, Pariz, Jacques Kerver.

Walford R. L., 1985, Biologie et sociologie de la prolongation de la vie, Cahiers du MURS, br. 2, str. 75–91.

Weiss P. A., 1970, Le déterminisme stratifié des systèmes vivants. Première publication, u A. Koestler i J. R. Smythies (ur.), Beyond reductionism: new perspectives in the life sciences, Njujork, Macmillan, str. 3–42; franc. prev. u P. A. Weiss, L'Archipel scientifique, Pariz, Maloine, 1974, str. 167–212.

Weiss P. A., 1971, Hierarchically organized systems in theory and practice, Njujork, Hafner Publ.; franc. prev. u P. A. Weiss, L'Archipel scientifique, Pariz, Maloine, 1974, str. 89–120.

Wildt D. E., Bush M., Goodrowe K. L., Packer C., Pusey E. A., Brown J. L., Joslin P., O'Brien S. J., 1987, Reproductive and genetic consequences of founding isolated lion populations, Nature, 329, 328–331.

Wilson A., 1985, Les bases moléculaires de l'évolution, *Pour la Science*, br. 98, 148–159.

Winiwarter P., 1983, The genesis model. Part I: Complexity, a mesure for the evolution of self–organized systems, Speculat. Sc. Technol., 6, 11–20 i 103–112.

Winiwarter P., 1985 a, Iso–dynamics of population–size distributions in hierarchical systems, Proc. Soc. Gener Syst. Research, tom I: Systems Inquiring: Theory, Philosophy, Methodology, str. 87–95.

Winiwarter P., 1985 b, Information et mesure quantitative de la complexité d'un système, Anal. Syst., *II*,. 17–21.

Winiwarter P., 1986, Complexité quantitative, principe de complexité maximale.Sc. Cult. Info., br. 13, 4.

Yule G. U., 1924, II. A mathematical theory of evolution, based on the conclusions of Dr. J. C. Willis, F.R.S. Transact. Roy. Soc., serija B, 213, 21–87.

SADRŽAJ

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

572.000.141

БУРГИЊОН, Андре
Prirodna istorija čoveka : nepredviđeni čovek / Andre Burginjon ; prevela s francuskog Nada Šerban. - Beograd : I. Čolović : N. Šerban : I. Mesner, 1996 (Beograd : Čigoja). - 393 str. ; 19 cm. - (Biblioteka XX vek ; 87)

Prevod dela: L'homme imprévu / Andre Bourguignon - Bibliografija: str. 371-388.

ISBN 86-81493-24-8

a) Fizička antropologija
ID = 46285068

Samostalno autorsko izdanje Ivana Čolovića, Nade Šerban i Ivana Mesnera. Recenzenti: Nikola Tucić i Miloš Kalezić. Urednik: Ivan Čolović. Likovna oprema: Ivan Mesner. Obrada na računaru: Miroslav Niškanović. Adresa izdavača: Biblioteka XX vek, Bulevar Nikole Tesle 6, 11080 Zemun. Štampa: Čigoja, Studentski trg 15, 11000 Beograd.

Beograd 1996.